

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних,
сільськогосподарських машин і обладнання



02-01-507

Практикум

з навчальної дисципліни **«Машиновикористання в
рослинництві»** (частина перша)
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною
програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано навчально-
методичною радою з якості
навчально-наукового
механічного інституту
Протокол № 2 від 07.04.2020 р.

Рівне – 2020

Практикум з навчальної дисципліни «Машиновикористання в рослинництві» (частина перша) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Налобіна О. О., Бундза О. З., Голотюк М. В. – Рівне : НУВГП, 2020. – 166 с.

Укладачі: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання; Бундза О. З., кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання; Голотюк М. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Відповідальний за випуск – Кравець С. В., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Керівник групи забезпечення

Налобіна О. О.

© О. О. Налобіна,
О. З. Бундза, М. В. Голотюк, 2020
© НУВГП, 2020

ЗМІСТ

	Вступ.....	4
1	Розрахунок потреби у транспортних засобах для обслуговування збиральних агрегатів.....	5
2	Розрахунок оптимального складу транспортної ланки.....	18
3	Експлуатаційні властивості робочих машин.....	29
4	Експлуатаційні властивості мобільних енергетичних засобів.....	49
5	Кінематичні характеристики МТА.....	75
6	Розрахунок складу МТА.....	84
7	Продуктивність машинних агрегатів.....	101
8	Експлуатаційні витрати при роботі машинних агрегатів.....	109
	Рекомендована література.....	115
	Додатки.....	117

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Машиновикористання в рослинництві» є отримання майбутніми спеціалістами агрономами необхідних знань для досягнення високих показників ефективності використання с.-г. техніки при вирощуванні с.-г. культур: високої продуктивності машинно-тракторних агрегатів, мінімальних затрат праці та питомих витрат пального, досягнути мінімальних грошових затрат на одиницю виробленої продукції.

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується застосуванням різноманітних технологій та комплексів машин і технічних засобів для їх реалізації, які розроблені як вітчизняною наукою, так і зарубіжними фірмами. Традиційні технології виробництва сільськогосподарської продукції агропромислового комплексу України потребують переосмислення їх з наступною заміною або модернізацією через значні енерго – і ресурсозатрати, недобір врожаю та втрати. Склад комплексів машин обумовлюється технологією вирощування сільськогосподарських культур у конкретних природно – виробничих умовах господарювання. Важливими завданнями при проектуванні і проведенні технологічних операцій є зниження їх ресурсомісткості, витрати технологічних матеріалів (насіння, добрива, засобів захисту рослин, технічних засобів), енергетичних, трудових та грошових ресурсів.

Зміст видання, призначеного для підготовки та виконання практичних занять, які проводяться для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання відповідає робочій програмі.

Тема 1: Розрахунок потреби у транспортних засобах для обслуговування збиральних агрегатів

1.1. Короткі теоретичні відомості

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується значним зростанням обсягу перевезення вантажів. На транспортні процеси припадає до 35% всіх затрат праці і до 40% затрат енергії. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва основу транспортних засобів становить автомобільний транспорт. На внутрішньогосподарських перевезеннях поряд з автомобільним транспортом широко використовують тракторний транспорт. Проте, за нормальних дорожніх умов ефективність тракторного транспорту нижча порівняно з автомобільним транспортом. Це зумовлено високою вартістю тракторного транспорту (трактор + причеп) і вартістю 1 т перевезення вантажу. Однак, при важких дорожніх умовах (зимовий період, бездоріжжя) неможливо обійтися без тракторного транспорту. Тракторний транспорт в порівнянні з автомобільним має високі тягово-зчіпні властивості і прохідність. А тому, при плануванні транспортних робіт необхідно враховувати природно-кліматичні умови, стан доріг і обсяги зовнішньогосподарських і внутрішньогосподарських перевезень, щоб ефективно використовувати як автомобільний, так і тракторний транспорт. Значний обсяг, особливо у весняно-літній і осінній періоди, припадає на перевезення продукції галузі рослинництва, де необхідний технологічний транспорт для того, щоб об'єднати функції транспортних і технологічних машин (збирання зернових, цукрових буряків, кукурудзи, заготівля сіна, соняшнику, силосу тощо). Особлива роль транспорту в

сільськогосподарському виробництві пояснюється тим, що транспорт разом з агрегатами безпосередньо бере участь у виконанні технологічних процесів, операцій.

Важливою особливістю сільськогосподарських перевезень є їх сезонність, яка обумовлена нерівномірністю обсягу перевезень і вантажообсягу за періодами року. Ступінь нерівномірності перевезень в повній мірі залежить від природнокліматичних умов та зони розміщення сільськогосподарських підприємств. Ступінь нерівномірності обсягу перевезень визначається за формулою:

$$E = \frac{Q_{с.д.}}{Q_{с.р.}}, \quad (1.1)$$

де $Q_{с.д.}$ – середньодобовий обсяг перевезень за місяць, т;

$Q_{с.р.}$ – середньодобовий обсяг перевезень за рік, т.

Таблиця 1.1.

Обсяг перевезень протягом року у %

Перевезення	
внутрішньогосподарські	позагосподарські
8 - 18	5 - 15
16 - 26	15 - 25
40 - 70	30 - 60
20 - 25	20 - 22

Коефіцієнт нерівномірності обсягу перевезень в сільському господарстві можна зменшити за рахунок раціонального планування вантажоперевезень за періодами року. При плануванні вантажоперевезень необхідно врахувати коефіцієнт повторності.

Таблиця 1.2.

Коефіцієнт повторності

Вінтажі	Коефіцієнт повторності
Зерно	2,1 – 2,3
Овочі	1,8 – 2,0
Цукровий буряк	1,6 – 1,8
Сіно, солома, силосна мука	1,3 – 1,4
Мінеральні добрива	1,3 – 1,5
Продукція тваринництва	1,4 – 1,5

З метою дотримання потоковості збирального процесу потрібно визначити кількість транспортних засобів, яка забезпечить безперервну роботу збиральних агрегатів:

$$n_{\text{ТТЗ}} = \frac{t_p}{t_{\text{нап.}} + t_{\text{ТО}}}, \quad (1.2)$$

де t_p – тривалість рейсу транспортного засобу, хв.;

$t_{\text{нап.}}$ – тривалість наповнення кузова транспортного засобу вантажем, хв.;

$t_{\text{ТО}}$ – тривалість однієї технологічної зупинки збирального агрегату, яка пов'язана зі зміною транспортних засобів, хв. (Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи).

Тривалість рейсу:

$$t_p = t_{\text{нав}} + t_{\text{ТО}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{за}} + t_{\text{взб}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{бв}}, \quad (1.3)$$

де $t_{зв}$ – тривалість поїздки транспортного засобу з вантажем, хв.;

$t_{за}$ – витрати часу на завантаження вантажу, хв.;

$t_{взб}$ – витрати часу на відкривання та закривання бортів, хв.;

$t_{роз}$ – тривалість розвантаження транспортного засобу, хв.;

$t_{оф}$ – витрати часу на оформлення документів під час транспортування вантажів, хв.;

$t_{бв}$ – тривалість поїздки транспортного засобу без вантажу, хв.

Складові тривалості рейсу $t_{зв}$, $t_{взб}$, $t_{оф}$ – належать до додаткової допоміжної роботи. Норми часу на виконання яких наведено у табл. 1.3.

Тривалість розвантаження транспортних засобів визначається їхньою кількістю у складі тракторно-транспортного агрегату, типом кузова, конструкцією бортів (суцільні, ґратчасті, сітчасті, низькі, високі, тощо), кількістю платформ у причіпі, способом розвантаження та інше. Для практичних розрахунків тривалість розвантажувальних робіт шляхом перекидання платформи приймають 3,6 хв.

Таблиця 1.3

Норми часу на виконання допоміжних робіт, хв

Робота	Кількість причепів	
	1	2
Зважування вантажу	1,5	2,0
Очищення кузова	1,0	1,5
Відкривання бортів	0,5	0,8
Закривання ботів	1,0	1,6

Продовження таблиці 1.3

Зв'язування та розв'язування вантажу	6,0	10,0
Оформлення документів	1,0	1,0
Маневрування агрегату	2,0	3,0
Причіплювання причіпу	4,0	-
Відчіплювання причіпу	3,0	-
1	2	3
Відкривання та закривання люку	1,5	-
Опускання та витягування шлангу	1,5	-
Вмикання та вимикання насосу	1,0	-
Одягання протигазу	1,0	-

Тривалість наповнення кузова транспортного агрегату:

$$t_{\text{нап}} = \frac{600 \cdot V_{\text{кп}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot \Psi}{B_{\text{р}} \cdot \vartheta_{\text{р}} \cdot U_{\text{с}}}, \quad (1.4)$$

де $V_{\text{кп}}$ – місткість кузова тракторного причіпа, м³;

$\rho_{\text{в}}$ – об'ємна маса вантажу, т/м³;

Ψ – коефіцієнт використання місткості кузова транспортного засобу ($\Psi = 1,0$);

$B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату збирального агрегату, м;

$\vartheta_{\text{р}}$ – робоча швидкість збирального агрегату, км/год.;

$U_{\text{с}}$ – урожайність сільськогосподарської культури, т/га.

Тривалість поїздки транспортного засобу з вантажем:

$$t_{\text{зв}} = \frac{60 \cdot l_{\text{зв}}}{\vartheta_{\text{зв}}}, \quad (1.5)$$

де $l_{\text{зв}}$ – відстань руху з вантажем, км;

$\vartheta_{\text{зв}}$ – швидкість руху транспортного засобу з вантажем, км/год.

Тривалість поїздки транспортного засобу без вантажу:

$$t_{\text{бв}} = \frac{60 \cdot l_{\text{бв}}}{v_{\text{бв}}}, \quad (1.6)$$

де $l_{\text{бв}}$ – відстань руху транспортного засобу без вантажу, км;

$v_{\text{бв}}$ – швидкість руху транспортного засобу без вантажу, км/год.

Швидкості руху тракторно-транспортних агрегатів залежать від марки трактора, вантажопідйомності причіпа, групи доріг (швидкість руху без вантажу) та групи доріг і класу вантажу (швидкість руху з вантажем). Значення швидкостей руху тракторно – транспортних агрегатів беруться з Типові ном виробіту і витрати палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві [1-5]. При проектуванні транспортних засобів вантажі за сткпенем використання номінальної вантажопідйомності тракторного причіпу поділяють на чотири класи. Ступінь використання номінальної вантажопідйомності характеризується коефіцієнтом використання вантажопідйомності, який визначають як відношення фактично перевезеної маси вантажу до номінальної вантажопідйомності причіпа:

$$\gamma_{\text{с.пр}} = \frac{q_{\text{т}}}{q_{\text{н.пр}}} = \frac{V_{\text{кп}} \rho_{\text{в}} \Psi}{q_{\text{н.пр}}}, \quad (1.7)$$

де $q_{\text{т}}$ – маса вантажу, який перевозять за одну поїздку, т; $q_{\text{н.пр}}$ – номінальна вантажопідйомність тракторного причіпа, т.

Вантажі, які забезпечують ступінь використання номінальної вантажопідйомності, що дорівнює 1,0, відносять до першого класу, 0,71 0 0,99 – до другого; 0,51 – 0,7 – до третього; 0,41 – 0,5 – четвертого класу.

При проектування транспортних операцій слід намагатись повною мірою використовувати номінальну вантажопідйомність транспортних засобів.

За видом і станом покриття доріг, які визначають швидкість тракторно-транспортних агрегатів, дороги об'єднують у групи:

I – з твердим покриттям, ґрунтові міжселищні у хорошому стані та снігові втрамбовані;

II – гравійні, щебеневі розбиті, міжселищні, ґрунтові, розїджені після дощу, стерня зернових, задернілий ґрунт із твердим станом як у зимовий, та й у літній періоди;

III – розбиті з глибокими коліями, гребенисті, рілля нормальної вологості й замерзлі, поле після збору коренеплодів, перезволожене; бездоріжжя у весняний та осінній паводки; сніговий покрив до 15 см.

Визначивши складові часу рейсу транспортного засобу, можна розрахувати потребу в ньому для забезпечення безперебійної роботи збиральних агрегатів у певних умовах. Викладена методика орієнтована на способи руху збиральних агрегатів, за яких впродовж часу рейсу завантаження кузова не переривається.

Узгодженість роботи збиральних агрегатів і обслуговуючих їх транспортних засобів відображають на графіку, який показує яким чином у часі відбуваються чергування та взаємодія основних елементів робочого

циклу машинних агрегатів в процесі роботи. За графіком можна визначити потребу в транспортних засобах. Під час побудови графіків на осі абсцис відкладають час роботи агрегатів (хв.), а по осі ординат – шлях, який проходять збиральний та транспортний агрегати.

Шлях $l_{зрх}$ (м), який проходить збиральний агрегат до повного завантаження транспортного засобу продукцією:

$$l_{зрх} = \frac{10^4 \cdot V_{кп} \cdot \rho_B \cdot \Psi}{B_p \cdot U_{ск}}. \quad (1.8)$$

Шлях $l_{зрх}$ називають запасом робочого ходу агрегата за технологічною місткістю. Він визначає довжину шляху агрегата між двома послідовними замінами транспортних засобів.

Графік складають таким чином, щоб до моменту наповнення кузова транспортного засобу під час руху поряд із збиральним агрегатом бів на черзі наступний (другий) транспортний засіб, готовий для прийняття зібраної продукції, потім третій та т.н., доки до збирального агрегата знову не підійде перший транспортний засіб після виконання транспортної роботи – перевезення вантажу до місця призначення.

1.2. Приклад виконання роботи

Визначити потребу в транспортних засобах (трактор ЮМЗ-6КМ і причіп 2ПТС – 4 – 887Б) для обслуговування гичкозбирального агрегату у складі трактора МТЗ – 80 та гичкозбиральної машини БМ-6Б.

Вихідні дані: урожайність гички $U_{ск}=10$ т/га; об'ємна маса гички $\rho_B=0,35$ т/м³; ширина захвату машини

$V_p = 2,7$ м; швидкість гичкозбирального агрегата $\vartheta_p = 6,0$ км/год.; відстань від поля до місця використання гички $l_{зв} = l_{бв} = 2,5$ км; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по гравійній дорозі.

З технічної характеристики причепа 2ПТС-4-887Б (<https://agrotopmash.com/cat/pritsepy-2-pts-4-2-pts-5-2-pts-6/2-pts-4>) знаходимо, що з основними бортами його вантажопідйомність $q_{н.пр} = 4$ т, а місткість кузова

$$V_{кп} = 5 \text{ м}^3.$$

У Типових нормах на механізовані сільськогосподарські роботи [3] знаходимо:

$t_{Т0} = 1,8$ хв, а за табл. 1.3.: $t_{за} = 1,5$ хв.; $t_{взб} = 1,5$ хв.; $t_{оф} = 1,0$ хв. За видом покриття гравійна дорога належить до II групи.

За формулою (1.7) визначаємо коефіцієнт використання вантажопідйомності причепа:

$$\gamma_{с.пр.} = \frac{5 \cdot 0,35 \cdot 1,0}{4} = 0,44.$$

Отже гичка як вантаж, що транспортується, належить до четвертого класу.

За [<https://studfiles.net/preview/3572751/page:26/>] : для агрегату у складі трактора ЮМЗ-6КМ і причіпа вантажопідйомністю 4 т швидкість руху на дорогах II - ї групи становить $\vartheta_{бв} = 19 \frac{\text{км}}{\text{год}}$. Швидкість руху з вантажем четвертого класу на дорогах II - ї групи $\vartheta_{зв} = 15 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

За формулою (1.4) визначаємо тривалість наповнення гичкою кузова причепа 2ПТС-4-887Б:

$$t_{нав} = \frac{600 \cdot 5 \cdot 0,35 \cdot 1,0}{2,7 \cdot 6,0 \cdot 10} = 6,5 \text{ хв.}$$

Тривалість поїздки тракторно-транспортного агрегату з гичкою (формула 1.5):

$$t_{зв} = \frac{60 \cdot 2,5}{15} = 10,0 \text{ хв}$$

Без гички, відповідно (формула 1.6):

$$t_{бв} = \frac{60 \cdot 2,5}{19} = 8,0 \text{ хв.}$$

Звідси тривалість рейсу за формулою (1.3):

$$t_p = 6,5 + 1,8 + 10 + 1,5 + 1,5 + 3,6 + 1,0 + 8,0 = 34 \text{ хв.}$$

Використовуємо формулу 1.2 та визначаємо потрібну кількість транспортних засобів для обслуговування гичкозбирального агрегату:

$$n_{ТТз} = \frac{34}{6,5 + 1,8} = 4.$$

За формулою (1.8) розраховуємо довжину шляху, який проходить гичкозбиральний агрегат між двома послідовними змінами транспортних засобів:

$$l_{зрх} = \frac{10^4 \cdot 5 \cdot 0,35 \cdot 1,0}{2,7 \cdot 10} = 648 \text{ м.}$$

За визначеним значенням та розрахованими й прийнятими складовими тривалості рейсу будемо графік узгодження і взаємодії гичкозбирального агрегата і тракторно-транспортних засобів (рис. 1.1.).

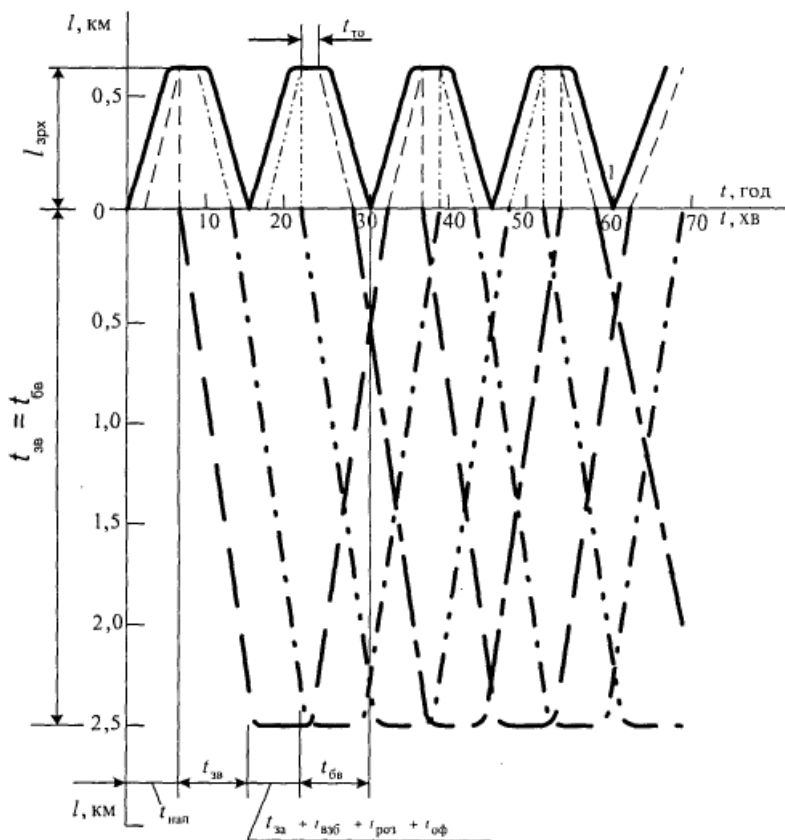


Рис. 1.1 – Графік узгодження і взаємодії гичкозбирального агрегата МТЗ-80+БМ-6Б і транспортних агрегатів ЮМЗ-6КМ+2ПТС-4-887

На рис. 1.1. прийнято позначення:

_____ робота гичкозбирального агрегата;

_____ 1-й транспортний агрегат;
 ____ . ____ . ____ . ____ 2-й транспортний агрегат;
 ____ .. ____ . ____ . ____ 3-й транспортний агрегат;
 ____ _ ____ _ ____ 4-й транспортний агрегат.

1.3. Зміст звіту

Виконати розрахунки згідно методики, наведеної у п. 1.1 та побудувати графік узгодження і взаємодії роботи збирального агрегата та обслуговуючих його тракторно – транспортних засобів.

1.3. Завдання для виконання практичного завдання

1.Визначити потребу у транспортних засобах (трактор ЮМЗ-6КМ і причіп 2ПТС – 4 – 887Б) для обслуговування картоплезбирального агрегату у складі трактора МТЗ-80 та комбайна ККУ-2А. Урожайність картоплі $U_{ск}=15$ т/га; об'ємна маса $\rho_B=0,75$ т/м³; ширина захвату машини $B_p=1,4$ м; швидкість картоплезбирального агрегата $v_p = 2,5$ км/год.; відстань від поля до місця використання картоплі $l_{зв} = l_{бв} = 1,8$ км; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по гравійній дорозі.

2.Визначити потребу у транспортних засобах (трактор МТЗ-80+ГКБ-8526) для обслуговування картоплезбирального комбайна Анна Z 644 . Урожайність картоплі $U_{ск}= 20$ т/га; об'ємна маса

$\rho_B=0,75 \text{ т/м}^3$; ширина захвату машини $B_p= 1,4 \text{ м}$; швидкість картоплезбирального агрегата $\vartheta_p=3,0 \text{ км(год.)}$; відстань від поля до місця використання картоплі $l_{зв}=l_{об}=2,0 \text{ км}$; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по гравійній дорозі.

3. Визначити потребу у транспортних засобах (автомобіль КамАЗ-5320) для обслуговування зернозбирального комбайна Дон-1500. Урожайність пшениці $U_{ск}= 2,8 \text{ т/га}$; об'ємна маса $\rho_B=0,78 \text{ т/м}^3$; ширина захвату машини $B_p= 6,9 \text{ м}$; швидкість комбайна $\vartheta_p= 10,0 \text{ км(год.)}$; відстань від поля до місця вивантаження зерна $l_{зв}=l_{об}=2,0 \text{ км}$; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по ґрунтовій дорозі.

4. Визначити потребу у транспортних засобах (ГАЗ-САЗ-3507) для обслуговування зернозбирального агрегата у складі комбайна ПН – 100 "Простор" і трактора ХТЗ-100. Урожайність пшениці $U_{ск}= 2,28 \text{ т/га}$; об'ємна маса $\rho_B=0,78 \text{ т/м}^3$; ширина захвату машини $B_p= 2,85 \text{ м}$; швидкість комбайна $\vartheta_p= 10,0 \text{ км(год.)}$; відстань від поля до місця вивантаження зерна $l_{зв}=l_{об}=3,0 \text{ км}$; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по ґрунтовій дорозі.

5. Визначити потребу у транспортних засобах (трактор МТЗ-80+ПСЕ-20) для обслуговування агрегата для збирання ріпаку у складі комбайна Class і жатки VARIO. Урожайність ріпаку $U_{ск}= 2,67 \text{ т/га}$; об'ємна маса $\rho_B=0,6 \text{ т/м}^3$; ширина захвату машини $B_p= 9,3 \text{ м}$; швидкість комбайна $\vartheta_p= 5,0 \text{ км(год.)}$; відстань від поля до місця вивантаження ріпаку $l_{зв}=l_{об}=2,0 \text{ км}$; рух тракторно-транспортного агрегата здійснюється по ґрунтовій дорозі.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Як класифікують сільськогосподарські вантажі?
2. Як визначити клас вантажу?
3. Які елементи витрат часу входять до додаткової допоміжної роботи?
4. Класифікація доріг.
5. Що розуміють під запасом робочого ходу агрегата?

Тема 2: Розрахунок оптимального складу транспортної ланки

2.1. Короткі теоретичні відомості

Рациональна організація транспортування вантажів сільськогосподарського призначення є одним з важливих елементів розвитку економіки України. Вантажі сільськогосподарського призначення є одним з видів масових вантажів. До них відносять: зерно, овочі, фрукти, льон і т.п.

Процес виробництва сільськогосподарської продукції має специфічні особливості, пов'язані з кліматом, строками стиглості і строками збиральних робіт, розміщенням населених пунктів, ґрунтів, тощо. У зв'язку з цим характер сільськогосподарського виробництва та значення його продукції - визначає

особливості вантажопотоку і транспортування сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом.

Під час розрахунку збиральних агрегатів спочатку визначають максимально допустиму швидкість заданої пропускну здатності робочих органів:

$$V_{p.pr} = \frac{360 \cdot q_{доп.}}{B_p \cdot \gamma (1 + \delta_c)}, \text{ км/год.} \quad (2.1)$$

де $q_{\text{доп.}}$ – максимально допустима пропускна здатність молотильного апарату, кг/с (з технічних характеристик машин);

B_p – робоча ширина захвату, м;

$У$ – урожайність зерна, ц/га;

δ_c – солемистість хлібної маси (1,2...1,6).

Потрібна кількість зернозбиральних комбайнів:

$$n_k = \frac{\Omega}{W_{\text{арп}}}, \quad (2.2.)$$

де Ω – об'єм робіт, га.

Кількість автомобілів для обслуговування комбайнів:

$$n_{\text{тр}} = \frac{n_k \cdot t_p \cdot W_{\text{кз}}}{60 \cdot q_{\text{на}} \cdot \gamma_{\text{са}}}, \quad (2.3)$$

де n_k – кількість комбайнів у групі, яка обслуговується автомобілями;

$W_{\text{кз}}$ – продуктивність комбайна, т/год.;

t_p – тривалість рейсу автомобіля, хв.;

$q_{\text{на}}$ – номінальна навантажувальна здатність автомобіля, т.;

$\gamma_{\text{са}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності.

час розвантаження бункеру (0,1 год.);

n_b – число бункерів, які вміщаються у кузові автомобіля або тракторного причіпу.

При цьому час заповнення бункеру визначається:

$$t_{\text{нав}} = \frac{600 V_b \rho_z \cdot \varphi}{B_p \cdot \gamma \cdot V_p}, \text{ год.} \quad (2.4)$$

де V_b – місткість бункеру, м³;

ρ_z – щільність зерна, кг/м³;
 φ – коефіцієнт використання місткості бункеру для зерна;
 $У$ – урожайність зерна, т/га.;
 B_p – ширина захвату, м;
 V_p – робоча швидкість комбайна км/год.

Час рейсу транспортного засобу за умови прямих перевезень від комбайна:

$$t_p = t_{\text{рух}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{роз}}, \quad (2.5)$$

де $t_{\text{рух}}$ – час руху автомобіля з вантажем і без вантажу, хв.;

$t_{\text{зав}}$ – час завантаження автомобіля в полі, хв.;

$t_{\text{зв}}$ – витрати часу на зважування автомобіля з розрахунку на один рейс, хв.;

$t_{\text{роз}}$ – час розвантаження автомобіля на току, хв..

Тривалість руху автомобіля з вантажем і без вантажу:

$$t_{\text{рух}} = 60l_B/V_{\text{роз.}} \cdot \beta_a, \quad (2.6)$$

де l_B – відстань перевезення зерна, км;

$V_{\text{роз.}}$ – розрахункова швидкість автомобіля (для природніх ґрунтових доріг 28 км/год.);

β_a – коефіцієнт використання пробігу автомобіля (0,5).

Тривалість повного завантаження автомобіля в полі залежить від організації перевезень зерна від комбайна. За умови використання нагромаджувача – перевантажувача:

$$t_{\text{зав}} = \frac{60q_{\text{на}}}{W_{\text{нп}}}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{на}}$ – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$W_{\text{нп}}$ – продуктивність перевантажувального пристрою нагромаджувача-перевантажувача, т/год.

За умови прямих перевезень зерна від комбайнів:

$$t_{\text{зав}} = t_{\text{вив}}n_{\text{б}} + t_{\text{пер}}(n_{\text{б}} - 1), \quad (2.8)$$

де $t_{\text{вив}}$ – час вивантаження зерна з бункеру комбайна, хв.; $n_{\text{б}}$ – кількість бункерів зерна в кузові автомобіля; $t_{\text{пер}}$ – час на переїзд автомобіля від одного комбайна до іншого, коли у кузові нагромаджується зерно з двох і більше бункерів комбайнів збиральної ланки.

Тривалість вивантаження зерна на зупинках:

$$t_{\text{вив}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{б}} \cdot \rho \cdot \varphi}{60 \cdot W_{\text{ш}}}, \quad (2.9)$$

При вивантажуванні на ходу:

$$t_{\text{вив}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{б}} \cdot \rho \cdot \varphi}{60 \cdot W_{\text{ш}}} \left(1 + \frac{B_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}} \cdot Y}{36 W_{\text{ш}}} \right), \quad (2.10)$$

де ρ – об'ємна маса зерна, т/м³;

φ – коефіцієнт використання місткості бункеру (0,95);

$W_{\text{ш}}$ – продуктивність вивантажувального шнеку, кг/с; для «Дону 1500» - 40 кг/с; для «Дону 1200» - 40 кг/с; для «Єнісея 1200Н» - 17 кг/с; для СК – 5, СК – 6 - 15кг/с.;
 V_p - робоча швидкість руху комбайна, км/год.

Кількість бункерів, потрібна для завантаження автомобіля (заокруглюють до цілого меншого числа):

$$n_b = \frac{q_{\text{на}}}{q_b} = \frac{q_{\text{на}}}{V_b \cdot \rho \cdot \varphi}. \quad (2.11)$$

Тривалість переїзду автомобіля від одного комбайна до іншого, за умови що у кузові накопичується зерно від двох і більше бункерів, приймають у межах $t_{\text{пер}}=1-3$ хв. При цьому повинна виконуватись умова:

$$t_{\text{пер}} < \frac{t_{\text{цк}}}{n_k} = \frac{(t_{\text{нав}} + t_{\text{вив}})}{n_k}, \quad (2.12)$$

де $t_{\text{цк}}$ – час циклу (заповнення бункеру і вивантаження зерна з нього).

Витрати часу на зважування автомобіля приймають $t_{\text{нав}} = 4,5$ хв., а час механізованого розвантаження автомобіля $t_{\text{роз}} = 3,6$ хв.

Кількість автомобілів, потрібних для відвезення зерна від комбайнів:

$$n_{\text{ав}} = \frac{t_p \cdot n_k}{(t_{\text{нав}} + t_{\text{вив}}) \cdot n_b}. \quad (2.13)$$

Одержане значення заокруглюють до найближчого цілого числа, щоб уникнути простоїв. За обраним значенням уточнюють тривалість рейсу автомобіля:

$$t_p = \frac{(t_{\text{нав}} + t_{\text{вив}}) \cdot n_6 \cdot n_{\text{ав}}}{n_k}. \quad (2.14)$$

З метою уникнення одночасного заповнення бункерів комбайнів зерном, початок роботи кожного з них зміщують у часі з інтервалом t_{ip} (хв.), який визначають:

$$t_{ip} = \frac{(t_{\text{нав}} + t_{\text{вив}})}{n_k}. \quad (2.15)$$

Для визначення черговості надходження відповідних автомобілів до відповідних комбайнів з метою вивантажування зерна будують графік узгодження їхньої роботи. Його будують так, щоб до закінчення заповнення зерном бункера кожного з комбайнів був вільний автомобіль для вивантаження в нього зерна. На графіку вивантаження зерна $t_{\text{вив}}$ має починатись в кінці часу заповнення зерном $t_{\text{нав}}$ бункера відповідного комбайна. Для зменшення втрат урожаю під час транспортування рівень зерна в кузові автомобіля повинен бути на 10 – 15 см нижчий від верхніх країв бурта, які нарощують для більш повного використання вантажопідйомності автомобіля.

2.2. Приклад виконання роботи

Визначити кількість автомобілів ГАЗ-53-12, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від трьох зернозбиральних комбайнів Дон-1500 за умови, що урожайність зерна $Y=4$ т/га; об'ємна маса $\rho = 0,79$ т/м³;

робоча ширина захвату жниварки $B_p=4,8$ м; робоча швидкість руху комбайна $5,6$ км/год.; відстань перевезення 6 км.

З технічної характеристики комбайна: $V_6 = 6 \text{ м}^3$.

З технічної характеристики автомобіля: номінальна вантажопідйомність $q_{\text{на}}=4,5$ т; вантажна висота з буртом $1,93$ м. Внутрішні розміри платформи $3740 \times 2170 \times 580$ мм за якими місткість кузова становить $V_{\text{ка}}=4,7 \text{ м}^3$; площа платформи $8,1 \text{ м}^2$.

Приймаємо коефіцієнт використання місткості бункера для зерна $\varphi = 0,95$; розрахункова швидкість автомобіля 28 км/год.; тривалість зважування $4,5$ хв.; механізованого розвантаження $3,6$ хв.; продуктивність вивантажувального шнеку $W_{\text{ш}}=40$ кг/с; вивантаження зерна з бункера комбайна здійснюється по ходу, а його вантажна висота $2,45$ м.

Тривалість заповнення бункера комбайна зерном за формулою (2.4)

$$t_{\text{нав}} = \frac{600 \cdot 6 \cdot 0,79 \cdot 0,95}{4,8 \cdot 5,6 \cdot 4} = 25,1 \text{ хв.}$$

Тривалість руху автомобіля з вантажем і без нього за формулою (2.6):

$$t_{\text{рух}} = 60 \cdot \frac{6}{28 \cdot 0,5} = 25,7 \text{ хв.}$$

Маса зерна в одному бункері комбайна:

$$q_6 = V_6 \cdot \rho \cdot \varphi = 6 \cdot 0,79 \cdot 0,95 = 4,5 \text{ т}$$

Кількість бункерів, потрібних для завантаження автомобіля згідно (2.11):

$$n_6 = \frac{4,5}{4,5} = 1,0.$$

У кузові автомобіля накопичується зерно лише з одного бункера, тому переїзду автомобіля від одного комбайна до іншого не буде. Тому $t_{\text{пер}} = 0$.

Тривалість вивантаження зерна з бункеру комбайна згідно (2.10):

$$t_{\text{вив}} = \frac{1000 \cdot 6 \cdot 0,79 \cdot 0,95}{60 \cdot 40} \left(1 + \frac{4,8 \cdot 5,6 \cdot 4}{36 \cdot 40} \right) = 2 \text{ хв.}$$

Час завантаження автомобіля дорівнює $t_{\text{вив}}$, т.я. згідно (2.14) має місце $t_{\text{зав}} = 2 \cdot 1 + 0(1 - 1) = 2 \text{ хв.}$

Тоді за формулою (2.5) час рейсу визначиться:

$$t_p = 25,7 + 2 + 4,5 + 3,6 = 35,8 \text{ хв.}$$

Згідно залежності (2.13) потрібна кількість автомобілів для транспортування зерна від комбайнів:

$$n_{\text{ав}} = \frac{35,8 \cdot 3}{(25,1 + 2)1} = 3,96.$$

Приймаємо чотири автомобіля та за залежністю (2.14) уточнюємо час рейсу автомобіля:

$$t_p = \frac{(25,1+2) \cdot 1 \cdot 4}{3} = 36,1 \text{ хв.}$$

Час простою автомобіля за рейс:

$$t_{\text{пр}} = 36,1 - 35,8 = 0,3 \text{ хв.}$$

На рис. 2.1 наведено графік узгодження роботи комбайнів та автомобілів, побудований на підставі проведених розрахунків. У верхній частині у прийнятому масштабі відкладають час роботи комбайнів, який для окремого комбайна становить послідовність відрізків тривалості заповнення бункера зерном $t_{\text{нав}}$ та тривалості вивантаження зерна $t_{\text{вив}}$. Початок роботи комбайнів зміщений один відносно іншого на розраховану величину інтервалу руху у часі $t_{\text{пр}}$.

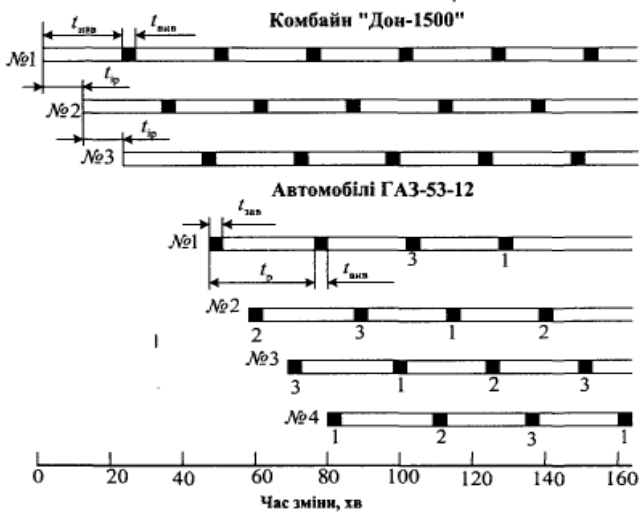


Рис. 2.1 – Графік узгодження роботи збирально-транспортного загону

Нижче ліній, які показують роботу комбайнів, проводять послідовно відрізки, які відображують тривалість рейсу t_p автомобіля з виділенням часу на завантажування зерна з комбайна $t_{зав}$. Початок роботи окремих автомобілів відповідає закінченню заповнення бункера комбайна зерном. На графік наносять шкалу часу зміни (хв.), а також значення $t_{нав}$, $t_{вив}$, $t_{зав}$, уточнений час рейсу t_p , інтервал руху комбайнів t_{ip} , їхні номери та номери автомобілів. На рис.2.1 під лінією роботи окремого автомобіля цифрами 1, 2, 3 позначено номери комбайнів, які вони обслуговують. За умови, що автомобіль може прийняти в кузов два бункери зерна, тривалість завантаження автомобілів впродовж рейсу буде містити час двох вивантажень зерна і час переїзду від одного комбайна до другого.

2.3. Завдання для виконання практичного завдання

1. Визначити кількість автомобілів ГАЗ-3507, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від трьох зернозбиральних комбайнів Дон-1500Б за умови, що урожайність зерна $Y=3,8$ т/га; об'ємна маса $\rho =0,79$ т/м³; робоча ширина захвату жнивarki $B_p= 6,0$ м; робоча швидкість руху комбайна 6,0 км/год.; відстань перевезення 10 км. З технічної характеристики комбайна: $V_6 = 6$ м³

2. Визначити кількість автомобілів КАМАЗ-55102, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від двох зернозбиральних комбайнів Lexion Serio 930 за умови, що урожайність зерна $Y=3,3$ т/га; об'ємна маса $\rho =0,79$ т/м³; робоча ширина захвату жнивarki $B_p= 9,22$ м; робоча швидкість руху комбайна 6,0 км/год.; відстань перевезення 4,5 км. З технічної характеристики комбайна: $V_6 = 9$ м³.

3. Визначити кількість автомобілів КАМАЗ-43253, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від двох зернозбиральних комбайнів Дон 1200Б за умови, що урожайність зерна $Y=3,8$ т/га; об'ємна маса $\rho =0,79$ т/м³; робоча ширина захвату жниварки $B_p= 1,2$ м; робоча швидкість руху комбайна 5,0 км/год.; відстань перевезення 5 км. З технічної характеристики комбайна: $V_6 = 6$ м³.

4.Визначити кількість автомобілів КАМАЗ-43253, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від трьох зернозбиральних комбайнів Дон 2600 за умови, що урожайність зерна $Y=3,2$ т/га; об'ємна маса $\rho =0,79$ т/м³; робоча ширина захвату жниварки $B_p=3,3$ м; робоча швидкість руху комбайна 6,0 км/год.; відстань перевезення 8 км. З технічної характеристики комбайна: $V_6=6$ м³.

5.Визначити кількість автомобілів ГАЗ-3507, потрібних для перевезення зерна озимої пшениці від двох зернозбиральних комбайнів СК-10В за умови, що урожайність зерна $Y=3,6$ т/га; об'ємна маса $\rho =0,79$ т/м³; робоча ширина захвату жниварки $B_p=2,940$ м; робоча швидкість руху комбайна 5,0 км/год.; відстань перевезення 3 км. З технічної характеристики комбайна: $V_6=6,3$ м³.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Що таке цикл роботи зернозбирального комбайна?
2. Яким чином уточнюють тривалість рейсу автомобіля?
3. Які чинники впливають на величину часу заповнення бункера комбайна?
4. Яким чином визначають кількість автомобілів для транспортування зерна від комбайнів?
5. Як визначити тривалість рейсу автомобіля, який обслуговує зернозбиральний комбайн?

Тема 3: Експлуатаційні властивості робочих машин

3.1. Короткі теоретичні відомості

Експлуатаційні властивості сільськогосподарських машин оцінюються показниками: - якість роботи; технологічна здатність; енергетичні властивості; експлуатаційні властивості; економічні показники роботи. *Якість роботи машини* – це сукупність забезпечення агротехнічних вимог, які залежать від конструкції, регулювання, а також строків послідовності виконання робіт, фізико-механічних властивостей обробленого матеріалу, рельєфу тощо. *Показники якості роботи сільськогосподарської машини*: глибина і рівномірність ходу машини; межі регулювання норми висіву чи внесення добрив та їх розподілу; прямолінійність ходу, ступінь загортання насіння, добрив, поживних решток, процент знищення бур'янів, шкідників і допустимі норми втрат при виконанні технологічної операції; вплив рухів машини на ґрунт та рослини тощо. *Якість роботи* впливає на собівартість продукції. Технологічна здатність машини оцінюється показниками: запас ходу за технологічною місткістю; запас ходу агрегату до певного розвантаження або завантаження; витрата і подача матеріалу при внесенні препаратів і продукту збирання врожаю (є питомим показником, який характеризує технологічні можливості машини); пропускна здатність робочих органів машини (характеризує технічні можливості машини). До енергетичних властивостей сільськогосподарських машин відносяться показники: -питомі витрати енергії в розрахунку на одиницю виконуваної роботи; -питомий опір сільськогосподарської машини, який залежить від агрофону, типу ґрунтів та типу робочих

органів машини; -тяговий опір робочої машини. Тяговий опір машини залежить від експлуатаційної ваги машини, типу робочих органів машини та конструкції її ходового апарату, ширини захвату. Експлуатаційні показники сільськогосподарських машин:

- технічний стан машини та якість виконання технологічного і технічного обслуговування;
- оптимальний швидкісний і завантажувальний режими роботи;
- універсальність та уніфікованість машини та її вузлів і агрегатів;
- прохідність, стійкість та маневровість машини;
- надійність, довговічність та ремонтоздатність;
- працездатність до виконання певних сільськогосподарських операцій.

Опір сільськогосподарських машин

Тяговий опір сільськогосподарських машин при рівномірному русі агрегату визначають шляхом випробувань у польових умовах або розраховують. Випробування проводять при швидкості 5 км/год. Тяговий опір машин-знарядь поділяється на робочий і холостий.

Робочий тяговий опір сільськогосподарських машин – це опір, який виникає під час виконання технологічної операції.

Холостий тяговий опір виникає в процесі виконання холостого ходу агрегату.

Холостий опір агрегату розраховують за формулою

$$R_{ax} = G_m + (f_m + i), \quad (3.1)$$

де R_{ax} - тяговий холостий опір агрегату, кН;
 G_m - експлуатаційна вага сільськогосподарської машини,

кН;

f_m - коефіцієнт опору кочення сільськогосподарської машини;

i - величина підйому (схилу).

При комплектуванні МА та МТА розраховують робочий тяговий опір агрегату згідно вибраного діапазону робочих швидкостей. В процесі роботи агрегату має місце значна нерівномірність

опору машин-знарядь у зв'язку із змінними факторами, що впливають на тяговий опір, це:

- природно-кліматичні умови (стан агрофону, рельєф поля, склад ґрунту тощо);

- експлуатаційний режим роботи агрегату і тягове зусилля, швидкість руху, робоча ширина захвату;

- конструкція машини (експлуатаційна вага, тип робочих органів, їх форма, число, матеріал виготовлення, технологічне виготовлення, тип та конструкція ходового апарату);

- технології виконання операції.

Для упорядкування випадкових тягових опорів машин-знарядь (R_a) вводять поняття питомий опір (K_m).

Питомий опір сільськогосподарської машини – це тяговий опір, який припадає на одиницю конструктивної ширини захвату машини.

Цей показник характеризує групи машин з однотипними робочими органами. Для однотипних машин, які відрізняються тільки шириною захвату (сівалки, борони, культиватори, дискові борони, лушпильники, котки, вирівнювачі та інші) питомий опір розраховується за формулою, кН/м:

$$K_m = \frac{R_a}{B_p}, \quad (3.2)$$

де Ra - тяговий робочий опір агрегату; B_p – ширина захвату робочої сільськогосподарської машини, м.

Для плугів питомий опір:

$$K_{пл} = \frac{R_{пл}}{a \cdot n_k b_k}, \quad (3.3)$$

де $R_{пл}$ - робочий опір плуга, кН;

a – глибина оранки, м; b_k - ширина захвату одного корпусу плуга, м; n_k – кількість корпусів плуга, шт.

Для машин, у яких робочі органи приводяться в дію від валу відбору потужності, кН/м

$$K_M = \frac{N_{пр}}{V_p \cdot B_p}, \quad (3.4)$$

де $N_{пр}$ –потужність, яка витрачається на привод робочих органів машин, кВт; V_p - робоча швидкість руху агрегату, км/год.; B_p - конструктивна ширина захвату машини, м.

Середні значення питомого опору машин знарядь, які розраховані на основі тягових випробувань агрегатів при швидкості 5 км/год., приведені в табл. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1

Питомий тяговий опір плугів ($K_{пл}$, кН/м^2) при швидкості $V_0=5$ км/год в залежності від різновиду ґрунтів

Ґрунти	Агрофон	Різновиди ґрунтів				
		глинисті	суглинки			супісок
			важкі	середні	легкі	
Чорноземи	Стерня озими	68	49	35	25	25
	Трави	86	57	45	31	21
	цілина	90	71	52	39	39
Дерново-підзолисті	Стерня озими	66	47	34	26	26
	Трави	74	56	43	30	30
	цілина	92	71	50	40	40
Каштанові	Стерня озими	69	47	36	22	22
	Трави	-	-	-	-	-
	цілина	98	68	55	29	29
Засолені	Стерня озими	-	82	73	65	65

Таблиця 3.2

Питомий тяговий опір сільськогосподарських машин (K_0) при швидкості $V_0 = 5$ км/год

Технологічна робота	Сільськогосподарські машини	K_0 , кН/м
1	2	3
Оранка на глибину 25 см:	Плуги безполицеві	3,0-8,0
Легких ґрунтів		
Середніх ґрунтів		12,0-15,0
Важких ґрунтів		19,0-25,0
Боронування	Борони зубові:	
	важкі	0,4-0,7
	середні	0,3-0,6
	легкі або посівні	0,25-0,45
	сітчасті та шлейф-борони	0,45-0,65
	пружні та лапчасті	1,0-1,8
	Борони дискові:	
	на дискуванні стерні	1,6-3,2
	на дискування оранки	3,0-6,0

Продовження табл. 3.2

1	2	3
	на дискуванні луків	4,0-6,0
Культивация суцільна	Культиватори:	
	паровий - глибина обробітку 6-8 см	1,2-2,6
	паровий-глибина обробітку 10-12 см	1,6-3,0
Глибоке рихлення	глибокорозпушувачі	8,0-13,0
Обробіток плоскорізами	плоскорізи	4,0-6,0
Лущення стерні	Лущильники:	
	дисковий-глибина обробітку 8-10 см	1,2-2,6
	лемішний – глибина обробітку 10-14 см	2,5-6,0
	лемішний – глибина обробітку 14-18 см	6,0-10,0
Рядковий посів зернових	Сівалки:	
	дискова з міжряддям 0,15 м	1,1-1,6
	вузькорядна	1,5-2,5

Продовження табл. 3.2.

1	2	3
	зернопресована	1,2-1,8
	сівалка-луцильник	1,2-2,8
Сівба буряків		0,1-1,0
Сівба кукурудзи		1,0-1,4
Посадка картоплі		2,3-3,5
Коткування	Котки:	
	гладкі водоналивні	0,55-1,2
	кільцево-шпорові	0,6-1,0
Обробіток міжряддя цукрових буряків	Культиватори зв стрілочастими лапами:	
З підкормкою		1,2-1,8
З окучуванням	проріджувач	1,2-2,0
	підживлювач	1,4-1,8
	окучник	1,5-2,5
Збирання трав і зернових	Косарки брусові	0,7-1,1
	Косарки-подрібнювачі	0,8-1,3
	Жатки валкові	1,2-1,5

Продовження табл. 3.2

1	2	3
	Граблі:	
	поперечні	0,50-0,75
	колісно-пальцеві	0,7-0,9
Збирання технічних культур	Комбайни:	
	силосозбиральні	1,2-1,6
	кукурудзозбиральні	1,5-1,7
	бурякозбиральні	8,0-12,0
	картоплезбиральні	10,0-12,0
	льонозбиральні	4,0-6,0
	Бурякокопачі	3,0-4,0
	Картоплекопачі	5,8-6,5
	Гичкозбиральні	2,0-3,5

На питомий опір суттєво впливає швидкість руху агрегату. Розрахунок залежності зміни питомих опорів від зміни діапазону робочих швидкостей:
 - для однотипних машин (сівалки, культиватори, дискові та зубові борони, котки, вирівнювачі та інші), кН/м.

$$K_{мз} = K_M[(1 + П(V_з - V_o))]; \quad (3.5)$$

де K_M – питомий опір машини при $V_p=5$ км/год.; $K_{мз}$ – питомий опір плуга при $V_p=5$ км/год. (табл. 3.1); $V_з$ – швидкість, при якій визначається питомий опір машини, км/год.; V_o – початкове значення швидкості, 5 км/год.; $П$ – коефіцієнт, який характеризує темп приросту опору на один кілометр підвищення робочої швидкості від початкового значення швидкості $V_o=5$ км/год..

Для практичних розрахунків коефіцієнт $П$ вибирають із табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Орієнтовні значення коефіцієнту $П$

Технологічна операція	Марка машини	Коефіцієнт $П$
1	2	3
Культивация ґрунту	КШУ-12, АП-6, АПБ-6	0,02-0,03
Луцення стерні, дискування	ЛДГ-15, БДЕ-7 та ін.	0,03-0,05

Продовження табл. 3.3.

1	2	3
Боронування	ЗБЗТ-1, ЗБЗСС-1, ЗОР-0,7, ЗБП-0,6, КЗБ-21	0,017-0,025
Сівба зернових та технічних культур	СЗ-10,8, СЗ-5,4, Клен-6, УПС-12, ССТ-12Б	0,01-0,015
Збирання кукурудзи на зерно	ККП-3, ККП-2	0,015-0,02
Збирання кукурудзи на силос	КПКУ-75, КПИ- 2,4, КПИ-Ф-30	0,01-0,015
Скошування трав та зернових у валки	КПВ-3, ЖВП-4,9	0,03-0,05
Скошування трав	КС-2,1, КП-Ф- 16,КД-Ф-4,0	0,02-0,04
Згрібання трав у валки	ГВК-6Г, ГП-Ф-16	0,04-0,07
Обробіток ґрунту комбінованими машинами	РВК-5,4	0,04-0,07
Оранка	ПЛП-6-35, ПЛН- 5-35, ПЛН-4-35, ПЛН-3-35	0,005-0,006

Розрахунок тягових робочих опорів машин-знарядь:

Для зчіпок, кН:

$$R_{зг} = G_{зг}(f_{зг} + i); \quad (3.6)$$

Для одноопераційних машин, кН:

$$R_a = K_{мз} B_p + G_{зг} i; \quad (3.7)$$

Для багатоопераційних машин:

$$R_a = (K_{мз1} + K_{мз2}) \Pi_{м1} B_{м1} + (G_{м1} \Pi_{м1} + G_{м2} \Pi_{м2}) i + R_{зг}; \quad (3.8)$$

Для орних агрегатів:

$$R_{пл} = K_{плз} \cdot a \cdot b_k \cdot n_k + G_{пл} \cdot i, \quad (3.9)$$

де $K_{мз}$ – питомий опір машини при врахуванні встановленого діапазону робочих швидкостей, кН/м; $K_{мз1}$ – питомий опір основної машини (наприклад культиватора), кН/м; $K_{мз2}$ – питомий опір додаткової машини (наприклад борони), кН/м; $K_{плз}$ – питомий опір плуга з урахуванням швидкісного режиму роботи, кН/м²; $\Pi_{м1}$ – кількість основних машин в агрегаті, шт.; $\Pi_{м2}$ – кількість додаткових машин в агрегаті, шт.; $B_{м1}$ – конструктивна ширина захвату основних машин, м; $G_{зг}$ – експлуатаційна вага зчіпки, кН; $G_{м1}, G_{м2}$ – експлуатаційна вага основної та додаткової машин, кН; a – глибина оранки, м; b_k – ширина захвату корпусу плуга, м; n_k – кількість корпусів, шт.; $f_{зг}$ – коефіцієнт опору коченню зчіпки; i – величина підйому.

Для тягово-приводних машин, кН:

$$R_a = R_m + R_d, \quad (3.10)$$

де R_m – холостий опір машини, кН; R_d – додатковий опір, який виникає в приводі робочих органів машини від валу відбору потужності, кН:

$$R_m = G_m(f_m + i), \quad (3.11)$$

$$R_d = \frac{3,6 \cdot N_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{V_p \cdot \eta_6}, \quad (3.12)$$

де G_m – експлуатаційна вага машини, кН; f_m – коефіцієнт опору коченню машини; i – величина підйому; $N_{\text{пр}}$ – потужність, потрібна для приводу робочих органів машини, кН; $\eta_{\text{тр}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії машини (0,9 – 0,95); η_6 – коефіцієнт, який враховує втрати на подолання буксування ходового апарату машини:

$$\eta_6 = 1 - \delta, \quad (3.13)$$

де δ – величина буксування ходового апарату робочої машини (0,8 – 0,9); V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.

$$R_a = G_m(f_m + i) + \frac{3,6 \cdot N_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{V_p \cdot \eta_6}. \quad (3.14)$$

Для бурякозбиральних та картоплезбиральних машин:

$$R_a = K_m \cdot B_m + \frac{3,6 \cdot N_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{V_p \cdot \eta_6}, \quad (3.15)$$

де K_m – питомий опір тягового опору машини, кН/м;

B_m – ширина захвату машини, м.

Потужність на привід робочих органів:

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{хх}} + 0,1N_y \cdot q_{\text{м}}, \quad (3.16)$$

де $N_{\text{пр}}$, $N_{\text{хх}}$, N_y – потужність, яка витрачається на привід робочих органів машини, на холостий хід агрегату та яка потрібна для обробітку 1 кг маси за 1 с відповідно, кВт;

$q_{\text{м}}$ – пропускна здатність машини, кг/с (табл. 3.4, 3.5).

Таблиця 3.4.

Енергетичні і кінематичні параметри самохідних зернозбиральних комбайнів

Марка комбайна	Пропускна здатність $q_{\text{м}}$, кг/с	Потужність на холостому ході робочих органів $N_{\text{хх}}$, кВт	Питома потужність на обробіток маси. N_y , кВтс/кг	Радіус повороту, $R_{\text{п}}$, м	Кінематична довжина, м
Ск-5М Нива	5,0	10,5	7,4	7,5	2,6
Дон-1200	7,0	12,8	8,0	8,9	3,5
Дон-1500	8,0	16,0	8,0	8,9	3,5
КЗС-9М Славутич	9,0	18,4	10,2	7,7	3,4
Лан	9,0	19,5	10,8	6,9	3,2
КЗСР-9М Славутич	11,0	20,6	9,4	7,7	3,4
Bizon BS-Z-110	6,0	13,6	11,3	5,2	2,5
Claas Dominator 1085	6,0- 7,0	13,2	10,1	5,3	3,3
MDW E525H	7,0	14,0	10,0	5,2	2,8
John Deere 9500M	8,5- 9,0	16,0	8,9	6,3	3,1
Massey Ferguson MF49RS	8,0- 9,0	21,3	11,5	5,7	3,1

Таблиця 3.5

Енергетичні параметри спеціальних-самохідних
комбайнів

Агрегати	Потужність органів $N_{\text{ен}}$, кВт	Пропускна здатність $q_{\text{м}}$, кг/с	Питома потужність на обробіток маси. $N_{\text{у}}$, кВтс/кг	Потужність на холостому ходу робочих органів $N_{\text{хх}}$, кВт	Приведена потужність на один рядок $N_{\text{р}}$, кВт
1	2	3	4	5	6
Кукурузозбиральні					
КСКУ6, Херсонець-200	153	10-12	5	13	
Картоплезбиральні					
КСК-4-1	110	200-250	0,2-0,3	12	
Кормозбиральні					
КСК-100А-1	147	30	0,9-1,1	9	
КСГ-Ф-70		28	0,9-1,1	8	
КСП-5-Г	59	26	0,9-1,1	8	
К-Г-6 Полісся-250	206	28	0,9-1,1	8	
Полісся-700	195	32	0,9-1,1	9	
Дог-680	218	30-110	0,9-1,1	9	
Кормозбиральні					
Е-281	125	20	0,9-1,1	8	

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5	6
КСГ-3,2	74	20		8	
СКП-10 (косарка)	39			8	
Е-301 (косарка)	39			8	
Бурякозбиральні					
КС-6Б	110				11,5
РКМ-6	118				11,5
РКС-6	59				7,0
РКС-4	59				7,0
МКК-6-02	59				7,0

3.2. Приклад виконання роботи

Розрахувати тяговий опір агрегату для передпосівного обробітку ґрунту під посів цукрових буряків.
Склад агрегату: Т-150+АП-6.

Режим роботи: 8-10 км/год; $V_{p2} = 8,3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$; $V_{p3} = 9,2 \frac{\text{км}}{\text{год}}$;
 $V_{p4} = 10,1 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

Питомий опір агрегату для передпосівного обробітку ґрунту при швидкості $V_0 = 5,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$; $K_m = 2,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$.

Відомо, що при збільшенні швидкості зростає питомий опір машини, а тому вносимо поправки за формулою, кН:

$$K_{m.з.} = K_m [(1 + \Pi(V_p - V_0))],$$

де Π – коефіцієнт приросту питомого опору машини (табл. 3.3); $\Pi=0,03$.

$$\begin{aligned} K_{м.з.II} &= K_m[(1 + \Pi(V_{pII} - V_0))] = 2,3[(1 + 0,3(8,3 - 5,0))] \\ &= 2,52 \frac{\text{кН}}{\text{м}}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{м.з.III} &= K_m[(1 + \Pi(V_{pIII} - V_0))] \\ &= 2,3[(1 + 0,3(9,2 - 5,0))] = 2,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{м.з.IV} &= K_m[(1 + \Pi(V_{pIV} - V_0))] \\ &= 2,3[(1 + 0,3(10,1 - 5,0))] = 2,65 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

Тяговий опір агрегату, кН згідно формули (3.7): $B_p = 6$ м; $G_{зг} = 32$ кН – експлуатаційна вага АП-6; $i = 0,05$;

$$R_{aII} = K_{мзII} B_p + G_{зг} i = 2,52 \cdot 6 + 32 \cdot 0,05 = 16,72 \text{ кН};$$

$$R_{aIII} = K_{мзIII} B_p + G_{зг} i = 2,6 \cdot 6 + 32 \cdot 0,05 = 17,2 \text{ кН};$$

$$R_{aIV} = K_{мзIV} B_p + G_{зг} i = 2,65 \cdot 6 + 32 \cdot 0,05 = 17,5 \text{ кН}.$$

Розрахувати опір плуга ПЛ-5-35, якщо відомо: глибина оранки, $a = 0,27$ м; величина підйому, $i = 0,05$; діапазон робочих швидкостей 8-12 км/год; експлуатаційна вага плуга m $G_m = 14$ кН; ширина захвату корпусу, $b_k = 0,35$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{пл} = 40$ кН/м². $V_{p2} = 8,3$ км/год; $V_{p3} = 9,2$ км/год; $V_{p4} = 10,1$ км/год.

Відомо, що при зростанні швидкості квадратично зростає зміна питомого опору плуга:

$$\begin{aligned} K_{\text{м.з.II}} &= K_{\text{м}}[(1 + \Pi(V_{\text{пл}}^2 - V_0^2))] \\ &= 40[(1 + 0,006(8,3^2 - 5,0^2))] = 50,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{\text{м.з.III}} &= K_{\text{м}}[(1 + \Pi(V_{\text{пл}}^2 - V_0^2))] \\ &= 40[(1 + 0,006(9,2^2 - 5,0^2))] = 54 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{\text{м.з.IV}} &= K_{\text{м}}[(1 + \Pi(V_{\text{пл}}^2 - V_0^2))] \\ &= 50[(1 + 0,006(10,1^2 - 5,0^2))] \\ &= 58,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; \end{aligned}$$

Тяговий опір плуга за вибраними передачами, кН:

$$\begin{aligned} R_{\text{плII}} &= K_{\text{плз}} \cdot a \cdot b_k \cdot n_k + G_{\text{пл}} \cdot i \\ &= 50,4 \cdot 0,27 \cdot 0,35 \cdot 5 + 14 \cdot 0,05 \\ &= 24,5 \text{ кН}; \end{aligned}$$

$$R_{\text{плIII}} = 54 \cdot 0,27 \cdot 0,35 \cdot 5 + 14 \cdot 0,05 = 26,3 \text{ кН};$$

$$R_{\text{плIV}} = 58,4 \cdot 0,27 \cdot 0,35 \cdot 5 + 14 \cdot 0,05 = 28,3 \text{ кН}.$$

3.3. Завдання для виконання практичного завдання

1. Розрахувати тяговий опір агрегату для передпосівного обробітку ґрунту під посів ярових зернових. Склад агрегату: John Deere 9420+АТД-1135.

Режим роботи: 10-15 км/год; $V_{p2} = 10,3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$; $V_{p3} = 11,2 \frac{\text{км}}{\text{год}}$; $V_{p4} = 12,1 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

Питомий опір агрегату для передпосівного обробітку ґрунту при швидкості $V_0 = 5,0 \frac{\text{км}}{\text{год}}$; $K_m = 2,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$.

2. Розрахувати опір плуга ПОН-3, якщо відомо: глибина оранки, $a = 0,27$ м; величина підйому, $i = 0,05$; діапазон робочих швидкостей 4-8 км/год; експлуатаційна вага плуга $G_m = 6,7$ кН; ширина захвату корпусу, $b_k = 0,83$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{nl} = 40$ кН/м². $V_{p2} = 4,0$ км/год; $V_{p3} = 5,2$ км/год; $V_{p4} = 7,0$ км/год. Корпусів 3.

3. Розрахувати опір плуга ПОН-5, якщо відомо: глибина оранки, $a = 0,27$ м; величина підйому, $i = 0,02$; діапазон робочих швидкостей 4-8 км/год; експлуатаційна вага плуга $G_m = 11,6$ кН; ширина захвату корпусу, $b_k = 1,4$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{nl} = 40$ кН/м². $V_{p2} = 4,0$ км/год; $V_{p3} = 5,2$ км/год; $V_{p4} = 7,0$ км/год. Корпусів 5.

4. Розрахувати опір плуга ПЛН 3-35, якщо відомо: глибина оранки, $a = 0,3$ м; величина підйому, $i = 0,03$; діапазон робочих швидкостей 5-12 км/год; експлуатаційна вага плуга $G_m = 11,6$ кН; ширина захвату корпусу, $b_k = 1,05$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{nl} = 30$ кН/м². $V_{p2} = 6,0$ км/год; $V_{p3} = 8,2$ км/год; $V_{p4} = 10,0$ км/год. Корпусів 3.

5. Розрахувати опір плуга ПЛН 3-35, якщо відомо: глибина оранки, $a = 0,3$ м; величина підйому, $i = 0,1$; діапазон робочих швидкостей 8-12 км/год; експлуатаційна вага плуга $G_m = 11,6$ кН; ширина

захвату корпуса, $e_k = 2,05$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{nl} = 35$ кН/м². $V_{p2} = 6,3$ км/год; $V_{p3} = 8,7$ км/год; $V_{p4} = 10,75$ км/год. Корпусів 3.

6. Визначити тяговий опір агрегату з трьох сівалок СЗ-3,6. Ухил рельєфу поля 3%. Діапазон швидкостей 7 – 12 км/год; величина підйому, $i = 0,1$; експлуатаційна вага сіялки $G_m = 14,21$ кН; ширина захвату $e_k = 10,8$ м; питомий опір плуга при $V_0 = 5$ км/год, $K_{nl} = 35$ кН/м². $V_{p2} = 8,3$ км/год; $V_{p3} = 9,8$ км/год; $V_{p4} = 11,25$ км/год.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Назвіть і дайте характеристику основних експлуатаційних властивостей сільськогосподарських машин.
2. Назвіть основні експлуатаційні показники сільськогосподарських машин.
3. На які складові частини поділяється тяговий опір сільськогосподарських машин-знарядь?
4. Дайте характеристику, що собою являє питомий опір машин і як його розрахувати для тягових, орних та тягово-привідних агрегатів.
5. Як впливає робоча швидкість на зміну питомого опору машини?

Тема 4: Експлуатаційні властивості мобільних енергетичних засобів

4.1. Короткі теоретичні відомості

У сільськогосподарському виробництві значна частина сільськогосподарських робіт виконується механізованим способом з використанням машинно-тракторних агрегатів (МТА). Машинно-тракторний агрегат складається, як правило, з мобільного енергетичного засобу (трактора, самохідного шасі) і робочої машини (плуга, сівалки, борін, збиральних машин, тракторних візків і т.п.), які взаємодіють між собою в процесі виконання робіт за допомогою навесок, сцепок і інших пристроїв. У практиці експлуатаційних розрахунків часто виникає необхідність визначення експлуатаційних показників як мобільних енергетичних засобів, так і робочих машин. Найчастіше це потрібно при розрахунку складу машинно-тракторних агрегатів, при проектуванні технологічних процесів і т.п. Основними показниками експлуатаційних властивостей трактора є потужність двигуна, рушійна сила, тягове зусилля, швидкість руху та ін. До основних експлуатаційних показників робочих машин відносяться питомий і повний опір руху робочих машин при виконанні сільськогосподарських робіт (оранка, сівка і т.д.). Для ефективної роботи машинно-тракторних агрегатів необхідною умовою є наявність певного запасу тягового зусилля для подолання підйомів, збільшення опору робочих машин і т.п.

В процесі виконання сільськогосподарських робіт на машинно-тракторний агрегат діють різні сили: рушійна сила F , сила опору перекочування трактора P_f , сила інерції P_j , сила опору повітряного середовища P_b , сила опору підйому (поздовжня складова сили тяжіння трактора) P_a і сила тягового опору робочої машини або агрегату R_a (поздовжня складова сили тягового опору агрегату).

З певним припущенням вважається, що швидкості руху агрегатів постійні (крім розгону і гальмування) і порівняно невеликі, тому сили P_j та P_b в розрахунках приймаються рівними нулю. Співвідношення діючих на машинно-тракторний агрегат сил в цьому випадку представляється в наступному вигляді: $F - \sum p_c = 0$, де $\sum p_c$ – сума сил опору руху. кН.

Рушійна сила F виникає за рахунок взаємодії рушія трактора (колеса або ведучої зірочки гусениці), на який від двигуна передається крутний момент, з ґрунтом. Величина даної сили обмежується або дотичною силою P_k або зчіпною силою $F_{зч}$.

Дотична сила визначається:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (4.1)$$

де r_k – радіус кочення ведучого колеса, м; $i_{тр}$ – передаточне число трансмісії; $\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Значення дотичної сили визначає, в основному, показниками потужності двигуна. Сила зчеплення трактора з ґрунтом $F_{зч}$ залежить від зчіпної ваги трактора $G_{зч}$ та коефіцієнту зчеплення з ґрунтом μ :

$$F_{зч} = \mu \cdot G_{зч} \quad (4.2)$$

Коефіцієнт μ залежить від щільності і складу ґрунту, її вологості, від конструкції ґрунтозачіпів ведучих коліс (табл. 4.1)

Таблиця 4.1

Значення коефіцієнту зчеплення μ

Фон	Колісний трактор	Гусеничний трактор
Суха ґрунтова дорога	0,6...0,7	0,9
Стерня нормальної вологи	0,7...0,9	1,0
Ґрунт перепаханий	0,5...0,6	0,6...0,7
Сильно зволожений ґрунт	0,1	0,4...0,5
Прикатана засніжена дорога	0,3	0,6...0,8

Зчіпна вага гусеничних тракторів і тракторів із усіма ведучими колесами приймається рівним силі ваги (вазі) трактора, а для колісних тракторів з однією ведучою віссю $G_{зч} \approx G_{тр}$.

Величина сили $F_{зч}$ може бути збільшена шляхом покращення зчіпних властивостей рушіїв тракторів (за рахунок застосування подвоєних коліс або уширених гусениць, тощо).

У розрахунках за рушійну силу приймають дотичну силу P_k , якщо $P_k \leq F_{зч}$ у тому випадку, коли $P_k > F_{зч}$ за рушійну силу приймають $F_{зч}$.

Фактичне тягове зусилля трактора:

$$P_T = P_k - P_f \pm P_a. \quad \text{при} \quad P_k \leq F_{зч} \quad (4.3)$$

$$P_T = F_{зч} - P_f \pm P_a. \quad \text{при} \quad P_k > F_{зч} \quad (4.4)$$

Сила опору переміщенню трактора P_f визначається:

$$P_f = Gf. \quad (4.5)$$

За умови, що кут підйому (спуску) є незначним, можна прийняти: $\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{h}{l} = i$. Нахил i прийнято виражати у відсотках, тому:

$$P_a = \pm Gi/100. \quad (4.6)$$

Знак «+» відповідає підйому, а знак «-» - спуску.

Сума P_f та P_a визначиться:

$$P_{f.a} = G \left(f \pm \frac{i}{100} \right). \quad (4.7)$$

Значення N_{eH} , M_{eH} , $i_{тр}$, $\eta_{тр}$, потрібні для розрахунку, номінальної дотичної сили $P_{кн}$, наведені у табл. 4.2 та 4.3. Показники, які характеризують тягові можливості трактора і режими його роботи, визначаються наступними співвідношеннями:

$$N_T = P_T V_T; \quad (4.8)$$

$$g_T = \frac{G_T}{N_T}. \quad (4.9)$$

Степінь тягового завантаження трактора може бути оцінений коефіцієнтом використання тягового зусилля ξ_{pT} або коефіцієнтом використання максимальної тягової потужності ξ_{NT} :

$$\xi_{pT} = \frac{R_a}{P_{TH}}; \quad (4.10)$$

$$\xi_{NT} = \frac{N_T}{N_{TH}}, \quad (4.11)$$

де R_a – тяговий опір агрегату, кН.

Таблиця 4.2

Технічні характеристики колісних тракторів

№з/ п	Показники	Марки тракторів					
		T-25A	T-40M	T-4QA M	MT3-80	MT3-87	MTX-80X
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Номінальна Потужність двигуна $N_{ен}$, Вт/(л. с.)	18,4 (25,0)	36,8 (50,0)	36,8 (50,0)	58,9 (80,0)	58,9 (80,0)	58,9 (80,0)
2	Номінальна частота обертання колінчастого Валу двигуна n_n , $c^{-1}/хв^{-1}$	30,0 (1800)	30,0 (1800)	30,0 (1800)	36,7 (2200)	36,7 (2200)	36,7 (2200)
3	Маса і вага трактора кг/(кН)	1800 (17,6)	2680 (26,3)	2880 (28,2)	3300 (32,4)	3780 (37,0)	2640 (25,7)
4	Маса води, залитої в шини коліс, кг	2□х4 5	2х105	2х105	2х175	2х175	—

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Число і маса додаткових вантажів	2x20	11x20	–	4x32	4x32	4x32
6	Поздовжня база L , м	1,755	2,145	2,250	2,370	2,450	2,470
7	Колія В, м	1,2...1,47	1,2...1,8	1,2...1,8	1,2...1,8	1,25...1,8	1,90
8	Габарити, м:						
	довжина	3,11	3,66	3,845	3,841	3,93	4,04
	ширина	1,37	2,10	2,10	1,97	1,97	2,326
	висота	1,35	2,37	2,37	2,485	2,485	2,66
9	Радіус сталевого ободу ведучих коліс, м	0,406	0,483	0,483	0,483	0,483	0,381
10	Передаточні числа трансмісії за передачами						
	1	63,6	260/714				241/330
	2	50,3	68,7/189			/	142/187,5
	3	43,4/158,5	57,6/158,5				83,5/110,2

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	4	34,2	49/134,5			68/90	
	5	27,3	41,8/115			57,4/75,8	
	6	18,2	22,6			49/64,8	
	7		15,8			39,9/52,7	
	8					33,7/444	
	9					18,1	
11	Розрахункові швидкості руху на передачах. км/год (1,2,3,4,5,6,7)	6,4		6,9/25		2,5/1,89	2,48/2,36
		8,1		8,22/2,99		4,26/3,22	4,2/4/0
		9,4		9,69/3,52		7,24/5,48	6,87/6,55
		11,9		11,32/4,11		8,9/6,73	8,6/8,18
		14,9		20,96		10,54/7,97	10,02/9,78
		21,9		30,0		12,33/9,33	12/11,42
						15,15/11,46	14,72/14,02
12	Розрахункова сила тяги за передачами, р _т , кН						
	1	7,74	11,0	11,0	14,0	14,0	14,0
	2	5,76	10,45	10,45	14,0	14,0	14,0
	3	4,7	8,45	8,45	14,0	14,0	14,0

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	4	3,38	6,75	6,75	14,0	14,0	14,0
	5	2,36	-	-	11,5	11,5	11,5
	6	1,06	-	-	9,5	9,5	9,5
	7	-	-	-	7,5	7,5	7,5
	8	-	-	-	6,0	6,0	6,0
	9	-	-	-	3,0	3,0	3,0
13	Висота профіля шини ведучих коліс $h_{ш}$, м	0,216	0,262	0,262	0,305	0,305	0,360
		ЮМЗ- 6КМ	МТЗ- 100	МТЗ-102	МТЗ- 142	ЛТЗ-145	Т-150К
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Номінальна потужність двигуна $N_{ен}$, Вт/(л. с.)	44,5 (60,0)	77,2 (105,0)	77,2 (105,0)	110 (150,0)	110 (150,0)	121,5 (165,0)
2	Номінальна частота обер- тання колін- частого валу двигуна n_n , c^{-1}/xv^{-1}	29,5 (1750)	36,7 (2200)	36,7 (2200)	35,0 (2100)	30,8 (1850)	35,0 (2100)

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Маса і вага трактора кг/(кН)	3500 (34,3)	4200 (41,1)	4350 (42,6)	5470 (53,5)	5690 (55,6)	8247 (80,0)
4	Маса води, залитої в шини коліс, кг	2х175	-	-	-	4х300	—
5	Число і маса додаткових вантажів	4х32	18х20+ 2х200	—	26х20	-	1500 Баласт
6	Поздовжня база L, м	2,450	2,500	2,570	2,650	2,600	2,860
7	Коля В, м	1,26... 1,86	1,3...2,1	1,35... 2,1	1,35 ...2,10	1,42... 2,07	1,68... 1,86
8	Габарити, м:						
	довжина	4,095	4,12	4,21	4,64	5,20	5,985
	ширина	1,884	1,97	1,97	2,00	2,42	2,22
	висота	2,45	2,79	2,79	2,95	3,05	2,825
9	Радіус сталевого ободу ведучих коліс, м	0,483	0,483	0,483	0,483	0,381	0,305

Продовження табл.. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Передаточні числа трансмсії за передачами						
	1	62,0/225		350,6/1456	3224	244	142,9- 1pIп
	2	52,3/ 188,8		284,5/ 1187	257,9	200	124,9- 1pIIп
	3	42,7/1534		233,8/ 975,8	2064	1625	105,7- 1pIIIп
	4	25,2/ 90,3		193,9/ 807,9	167,9	129,5	79,7- 1pIVп
	5	19,0/ 69,8		208/502,5	118,9	97,7	68-2pIп
	6	-		168,9/ 409,6	95,2	814	59,5- 2pIIп
	7			140/319	76,1	57,1	50,1- 2pIIIп
	8			2784			38,1- 2pIVп
	9			120,8	71,8	52,4	29,4-3pIп

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	10			98,4	574	47,8	25,6- 3pIIп
	11			80,9	45,99	38,3	21,6- 3pIIIп
	12			66,9	37,43	304	15,9- 3pIVп
	13			92,0	35,2	27,5	-
	14			75,0	23,18	23,0	-
	15			61,6	224	19,0	-
	16	-		51,0	1845	14,3	-
	17			71,8	-	-	-
	18			58,4	-	-	-
	19			48,0	-	-	-
	20			39,8	-	-	-
	21			31,8	-	-	-
	22			26,0	-	-	-
	23			21,5	-	-	-
	24			17,6	-	-	-

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Розрахункові швидкості руху на передачах. км/год						
	1	7,6/2,1		1,72/ 0,414	1,96/ 0,44	1,8/ 0,24	3,33/ 1рІп
	2	960,265		212./0,508	2,45/ 0,55	22/0,29	3,81/1рІІ п
	3	11,1/3,1		258/0,618	0,69	0,36	1рІІІп
	4	19/5,3		3,11/0,747	0,85	0,45	1рІVп
	5	24,5/6,8		1,198			1рІп
	6			3,47/1,472	6,36	5,4	8,0/2рІІп
	7			4,34/1,89	8,3	6,7	9,5/2рІІІп
	8			5,24/2,165	10,2	8,4	12,5/2рІV п
	9			4,9	8,8	7,7	16,2/3рІп
	10			6,13	11,0	9,2	18,6/3рІІп
	11			7,46	13,7	11,4	22,0/3рІІІ п
	12			9,02	16,8	14,4	30,0/3рІV п

Продовження табл.4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	13			6,45	17,97	16,0	-
	14			8,05	22,43	19,1	-
	15			9,79	28,04	23,9	-
	16			11,82	34,45	30,8	-
	17			8,40	-	-	-
	18			10,33			
	19			12,56			
	20			15,17			
	21			18,97			
	22			23,31			
	23			28,35			
	24			34,28			
12	Розрахункова сила тяги за передачами, P_T , кН						
	1	14,0	18,0	18,5	-	-	60,0/1pIп
	2	12,5	18,0	18,5	-	-	60,0/1pIIп
	3	9,6	18,0	18,5	-	-	60,0/1pIIIп
	4	4,3	18,0	18,5	-	-	60,0/1pIVп
	5	2,6	18,0	18,5	-	-	50,0/1pIп
	6	-	18,0	18,5	-	-	43,0/2pIIп
	7	-	18,0	18,5	-	-	36/2pIIIп
	8	-	18,0	18,5	-	-	25,0/2pIVп
	9	-	18,0	18,5	30,4	29,4	22,0/3pIп
13		0,305	0,305	0,305	0,305	0,350	0,395

Механічний ККД трансмісії (гусеничних і колісних тракторів) визначається:

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{гус}} = \eta_{\text{ц}}^{\alpha} \cdot \eta_{\text{к}}^{\beta} \cdot \eta_{\Gamma}; \quad (4.8)$$

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{кол}} = \eta_{\text{д}}^{\alpha} \cdot \eta_{\text{к}}^{\beta}, \quad (4.9)$$

де $\eta_{\text{ц}}$ – ККД однієї пари відповідно циліндричних і конічних зубчастих коліс трансмісії трактора (табл. 4.3); α, β – число пар циліндричних і конічних коліс, які знаходяться у зачепленні (табл. 4.4); η_{Γ} – механічний ККД гусеничного ланцюга (0,95...0,97).

Таблиця 4.3

Значення ККД для різних передач

Тип передачі	Механічний ККД
1	2
Клинопасова	0,90...0,98
Ланцюгова	0,70...0,80
Черв'ячна	0,83...0,87
Об'ємний гідропривод комбайнів «ДОН»	0,78...0,80
Зубчаста циліндрична	0,98...0,99
Зубчаста конічна	0,97...0,98
Гідротрансформатор	0,85...0,90

Таблиця 4.4

Число пар циліндричних і конічних коліс, які знаходяться у зачепленні

Трактор	Число пар α циліндричних коліс у зачепленні	Число пар β конічних коліс у зачепленні
T-25A	3...4	
T-40M	3...4	1
T-4QAM	3...4	1
MT3-80	1П-6; 8П-3...4	1
MT3-87	2П-5; 9П-2	1
MTX-80X		
ЮМЗ-6КМ		1
MT3-100	2...4	1
MT3-102	2...4	1
MT3-142	1...4	1
ЛТЗ-145	1...4	1
T-150K	5	1

Під час розрахунку дотичної сили $P_{\text{кн}}$ радіус кочення r_k визначається для гусеничних тракторів як радіус ведучої зірочки (табл. 4.5), а для колісних – за формулою:

$$r_k = r_0 + (0,75 \dots 0,8)h_{\text{ш}}, \quad (4.10)$$

де r_0 – радіус сталевго ободу колеса, м; $h_{\text{ш}}$ – висота профіля шини ведучих коліс, м. (табл. 4.2).

Таблиця 4.5

Технічна характеристика гусеничних тракторів

№ з/п	Показники	Марки тракторів			
		Т-54С	Т-70С	ДТ-75МВ	ДТ-75БВ
1	2	3	4	5	6
1	Номінальна Потужність двигуна $N_{ен}$, кВт/(л. с.)	40,5 (55,0)	51,5 (70,0)	66,1 (90,0)	58,8 (79,5)
2	Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна n_n , с ⁻¹ /хв ⁻¹	28,3 (1700)	35,0 (2100)	29,1 (1750)	31,7 1900
3	Маса і вага трактора кг/(кН) (експлуатаційна)	4300 (42,0)	4580 (44,8)	6450 (63,1)	7720 (75,6)
4	Годинна витрата палива, $G_{Тн}$ кг/год.	10,75	14,0	16,7	14,8
5	Поздовжня база L , м	1,895	1,895	1,612	2,355
6	Колія В, м	1,350	1,350	1,330	1,570
7	Габарити, м:				
	довжина	3,475	3,570	4,675	4,620
	ширина	1,550	1,550	1,70	2,240
	висота	2,830	2,895	2,650	2,333
		1,35	2,37	2,37	2,485
8	Крок ланки, м	0,176	0,176	0,170	0,184
9	Ширина гусениці, м	0,30	0,20 0,30	0,390	0,670
10	Радіус початкового кола ведучої зірочки, м	0,317	0,317	0,356	0,356
11	Число β коніч-них пар шестерен у зачепленні	1	1	1	1

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
12	Число α циліндр-ричних пар шестерен у зацепленні трансмисії	3...4	3...4	3...4	3...4
13	Передаточні числа трансмісії за передачами				
	1	187,0	154,6	44,5	46,8
	2	112,0	90,5	39,8	42,0
	3	56,3	56,4	35,7	37,7
	4	45,8	45,8	32,2	33,9
	5	38,7	38,7	28,8	30,5
	6	33,1	33,1	26,0	27,4
	7	26,9	26,9	21,0	22,2
	8	22,7	22,7	-	-
	9	12,3	-	-	-
14	Розрахункові швидкості руху на передачах, км/год				
	1	1,10	1,67	5,30	5,45
	2	1,87	2,85	5,91	6,08
	3	3,70	4,58	6,58	6,77
	4	4,56	5,63	7,31	7,52
	5	5,40	6,67	8,16	8,37
	6	6,30	7,81	9,05	9,31
	7	7,76	9,59	11,18	11,49
	8	9,20	11,36	-	-
	9	-	-	-	-
15	Розрахункова сила тяги за передачами, р _т , кН				
	1	25,0	25,0	36,0	29,03
	2	25,0	25,0	32,0	25,40
	3	25,0	25,0	29,5	22,20
	4	23,0	25,0	26,0	19,39
	5	20,0	23,0	23,0	16,30
	6	16,1	19,0	20,0	14,04
	7	12,45	14,5	13,8	10,24
	8	9,9	11,5	-	-
	9	-	-	-	-

Продовження табл. 4.5

№ з/п	Показники	Марки тракторів			
		ДТ-175С	Т-150	Т-4А	Т-130
1	2	3	4	5	6
1	Номінальна Потужність двигуна $N_{ен}$, Вт/(л. с.)	125,1 (171,0)	110,4 (150,0)	95,6 (130,0)	117,7 (160,0)
2	Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна n_n , с ⁻¹ /хв ⁻¹	30,0 (1800)	33,3 (2000)	28,3 (1700)	20,81(1250)
3	Маса і вага трактора кг/(кН) (експлуатаційна)	8030 (78,6)	7900 (77,4)	8250 (80,8)	14320 (140,5)
4	Годинна витрата палива, Г _{тн} кг/год.	29,6	27,8	24,0	28,8
5	Поздовжня база L , м	1,746	1,800	2,462	2,478
6	Колія В, м	1,330	1,435	1,384	1,880
7	Габарити,м:				
	довжина	5,460	4,750	4,575	5,193
	ширина	1,900	1,850	1,952	2,475
	висота	2,900	2,462	2,568	3,085
8	Крок ланки, м	0,170	0,170	0,175	0,203
9	Ширина гусениці, м	0,420	0,390	0,420	0,500
10	Радіус початкового кола ведучої зірочки, м	0,352	0,382	0,380	0,420
11	Число β конічних пар шестерен у зачепленні	1	1(2)	1	1
12	Число α циліндричних пар шестерен у зачепленні трансмісії	3...4	3...4	3...4	3...4

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
12	Число α циліндр-ричних пар шестерен у зацепленні трансмсії	3...4	3...4	3...4	3...4
13	Передаточні числа трансмісії за передачами				
	1	Безступе- нева зміна	66,9- 1pIп	68,9	54,4
	2		57,5- 1pIIп	59,2	44,9
	3		47,9- 1pIIIп	51,1	38,6
	4		42,3- 1pIп	45,9	32,4
	5		36,4- 2pIIп	37,6	26,5
	6		30,6- 2pIIIп	32,2	22,4
	7		25,5- 3pIп	27,9	19,4
	8		22,1- 3pIIп	25,0	15,9
14	Розрахункові швидкості руху на передачах, км/год				
	1	$\frac{0 \dots 16}{2,7 \dots 8,8}$	4,3-1pIп	3,47	3,63
	2	$\frac{0 \dots 21,0}{3,2 \dots 11,9}$	5,0- 1pIIп	4,03	4,40
	3	При оптимальн ому тяговому ккд робоч швидкості	6,0- 1pIIIп	4,66	5,12
	4		6,8-2pIп	5,20	6,10
	5		7,9- 2pIIп	6,35	7,45
	6		9,4- 2pIIIп	7,37	8,86
	7	транспорт ні	11,3- 1pIп	8,43	10,20
	8	-	13,0- 3pIIп	9,52	12,45
	9	11,3...18,0	15,6- 3pIIIп	-	-

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
15	Розрахункова сила тяги за передачами, р _т , кН				
	1	34,0	60,0- 1рІп	50,0	91,7
	2	29,5	60- 1рІІп	50,0	74,2
	3	-	60- 1рІІІп	50,0	62,1
	4	-	48-2рІп	49,6	51,2
	5	-	40- 2рІІп	41,6	39,2
	6	-	33- 2рІІІп	34,9	31,0
	7	-	27-3рІп	29,2	25,2
	8	-	22- 3рІІп	25,4	19,4
	9	-	18- 3рІІІп	-	-

Слід враховувати, що під час розрахунків агрегатів з приводом від валу відбору потужності (ВВП) дотична сила P_k зменшується на деяку величину, яка визначається:

$$\Delta P_k^{\text{ВВП}} = \frac{0,159 N_{\text{ВВП}} i_{\text{Тр}} \eta_{\text{Тр}}}{r_k \eta_H \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (4.11)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність привода ВВП, кВт (табл. 4.6); $\eta_{\text{ВВП}}$ – ККД ВВП (приймаємо 0,95).

Для визначення робочої швидкості МТА застосовують формулу:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{1000} \right) \frac{n}{n_H}, \quad (4.12)$$

де V_T – розрахункова швидкість руху трактора за номінальної частоти обертання колінчастого валу, с^{-1} ; n – дійсна частота обертання колінчастого валу двигуна, с^{-1} ; δ – коефіцієнт буксування ведучих коліс трактора, %.

Коефіцієнт визначається з тягових характеристик (Додаток Д. 1 і Д.2).

Таблиця 4.6

Потужність, яка витрачається на привод
сільськогосподарських машин

Машина	Марка	$N_{ВВП}$, кВт
Сіялка універсальна пунктирна пневматична	СУПН-8	7,4...11,0
Картоплесаджалка	КСМ-6, СКС-4, КСМГ-4, КСМ-4 СКМ-6 КСМ-8	64 3,7...5,5 32,8...41,2 33,7...42,3 77,2 112,5
Культиватори	ФПУ-4,2 КФ-5,4	25,8...36,8 29,4...36,8
Комбінований агрегат для обробки солонцевих грунтів	АЛС-2,5	73,6
Комбайни силосозбиральні	КС-1,8 КСС-2,6 КС-2,6 КПКУ-75	25,8...40,5 58,9...73,6 15,5 58,9...73,6
Косарки-подрібнювачі	КИР- 1,5КУФ-1,8	15,8 25,8...40,5
Косарки	КТП-6 КДП-4,0 КС-2,1 КРН-2,1	22,1...25,8 7,0 3,7 4,5
Косарка-валкоутворювач	КПВ-3,0	11,0
Жатка	ЖРС-4,9	22,1...25,8
Машина ботвозбиральна	БМ-6	22,1...29,4
Машина корнезбиральна	РКС-6	40,6...47,9
Картоплекопачі	КСТ-1,4 УКВ-2 КТН-2Б	11,0...14,7 18,4...22,1 7...9

Продовження табл. 4.6

1	2	3
Картоплекопачі	КСТ-1,4 УКВ-2 КТН-2Б Z-609	11,0...14,7 18,4...22,1 7...9 18,4
Картоплезбиральний комбайн	ККУ-2А Е-684 КПК-3 Е-686 КПК-3-1	26,7...29,8 44,1 28,96 32,1...36,7 47,28
Розкидачі мінеральних добрив, вапна, оприскувачі	РМГ-4 РУП-8 РУМ-8 ОМ-630-2	7,4...11,0 29,4...36,8 18,4...22,1 5
Розкидачі органічних добрив	РПН-4 РОУ-5 РЖТ-16	11,0...14,7 20,2...23,0 34,1...43,2
Льонобралка	ТЛН-1,5А	4...6
Льонокомбайн	ЛКВ-4Т	11...14
Комбайн кормозбиральний	КСК-100	90...113
Прес-підбирач	ПС-1,6	8...11
Машини для збирання кормового буряку	МКК-6	45...52

Показники, які характеризують тягові можливості трактора і режими його роботи, визначаються:

$$N_T = P_T V_p; \quad (4.13)$$

$$g_T = \frac{G_T}{N_T} \quad (4.14)$$

Степень тягового завантаження можна оцінити коефіцієнтом використання тягового зусилля ξ_{pT} або

коефіцієнтом використання максимальної тягової потужності ξ_{NT} :

$$\xi_{pT} = \frac{R_a}{P_{TH}}; \quad (4.15)$$

$$\xi_{NT} = \frac{N_T}{N_{TH}}, \quad (4.16)$$

де R_a – тяговий опір агрегата, кН.

Умови та ступінь використання потужності трактора характеризує його тяговий ККД:

$$\eta_T = N_T / N_{eH} \quad (4.17)$$

Для тягово-приводного агрегату:

$$\eta_T = (N_T + N_{ВВП}) / N_{eH} \quad (4.18)$$

ξ_{pT} приймаємо 0,8...0,94.

4.2. Приклад

Розрахувати тягові показники трактора ДТ-75МВ за умови його роботи на стерні колосових культур на 1,2 передачах. Ділянка поля горизонтальна, без підйомів і ухилів.

1. Розраховуємо дотичну силу тяги за (4.1). Попередньо за табл. 4.5 обираємо передаточні числа: на першій передачі $i_{Tp1}=44,5$; на другій - $i_{Tp2}= 39,8$. За додатком Д.3 $M_{eH} = 0,36 \text{ кНм}$.

За табл. 4.4. обираємо значення $\alpha = 3 \dots 4$; $\beta = 1$. Знаходимо ККД трансмісії: $\eta_{Tp} = 0,98^3 \cdot 0,97^1 \cdot 0,95 = 0,82$. Значення r_k вибираємо з табл. 4.5: 0,36 м. Тоді номінальні значення P_k для заданих передач:

перша передача: $P_{k1} = \frac{0,36 \cdot 44,5 \cdot 0,82}{0,356} = 36,9 \text{ кН}$;

друга передача: $P_{к2} = \frac{0,36 \cdot 39,8 \cdot 0,82}{0,356} = 33,0 \text{ кН};$

2. Визначаємо силу зчеплення трактора з ґрунтом за залежністю (4.2).

З табл. 4.5. $G_{зч} = 63,1 \text{ кН}$, а з табл. 4.1 $\mu_1 = 0,9 \dots 1,0$.

Таким чином, $F_{зч} = 0,9 \cdot 63,1 = 56,8 \text{ кН}$.

3. Силу опору переміщенню трактора визначаємо за (4.5):
 $P_f = 0,08 \cdot 63,1 = 5,1 \text{ кН}$, тут $f = 0,08 \dots 0,11$ коефіцієнт
тертя за табл. 4.1.

4. Тягове зусилля трактора P_T на заданих передачах .

Маємо $F'_{зч} > P_k$ на всіх передачах, тому номінальні значення P_T визначаємо:

на першій передачі: $P_{T1} = 36,9 - 5,1 = 31,8 \text{ кН};$

на другій: $P_{T2} = 33,0 - 5,1 = 27,9 \text{ кН}$.

5. Робоча швидкість руху трактора:

$$V_p = 0,377 \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \frac{n_H \cdot r_k}{i_{тр}}, \quad (4.19)$$

де V_p , км/год., n_H , хв.⁻¹, r_k , м.

Маємо: для першої передачі $V_{p1} = 5,1 \text{ км/год.}$, для другої -
 $V_{p2} = 5,1 \text{ км/год.}$

6. Визначаємо тягову потужність

$$N_T = \frac{P_T \cdot V_p}{3,6} \quad (4.20)$$

Після підстановки чисел маємо: $N_{T1} = 45,05 \text{ кВт}; N_{T2} = 39,5 \text{ кВт}.$

7. Тяговий ККД:

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_{eT}}$$

Маємо: на першій передачі - $\eta_T = \frac{45,05}{66,1} = 0,68$; на другій -

$$\eta_T = \frac{39,5}{66,1} = 0,59.$$

4.3. Завдання для самостійного виконання

Виконати розрахунок і порівняти показники тягових властивостей трактора (**модель задає викладач**) під час роботи на стерні колосових культур і на полі, яке підготовлене під посів на всіх передачах. Ділянка поля горизонтальна, без підйомів і ухилів.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Запишіть залежність для визначення дотичної сили.
2. Яка природа рушійної сили?
3. Від яких показників залежить сила зчеплення?
4. Від яких параметрів залежить величина коефіцієнту зчеплення?
5. Яким чином можна збільшити величину сили зчеплення?

Тема 5: Кінематичні характеристики МТА

5.1. Короткі теоретичні відомості

У ході виконання робіт сільськогосподарські машинно-тракторні агрегати (МТА) виконують первні рухи: повороти, прямолінійний рух, холості переїзди, тощо. З метою упорядкування розрахунків введено певні поняття і характеристики агрегатів, які називають кінематичними характеристиками.

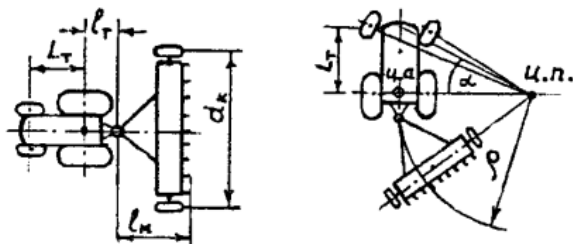


Рис. 5.1 – Кінематичні характеристики агрегата: L_T – база трактора; l_K – кінематична довжина агрегата; $l_T, l_{зч}, l_M$ – кінематична довжина відповідно трактора, зчіпки, робочої машини; α – середній кут повороту; R_a – радіус повороту; Ц.П. – центр повороту

За умови наявності в агрегаті зчіпки l_K визначається:

$$l_K = l_T + l_{зч} + l_M. \quad (5.1)$$




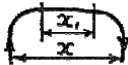




Довжина виїзду агрегату перед поворотом приймається: для причіпних агрегатів: $e = (0,25 \dots 0,75) l_K$; для навісних – $e = (0 \dots 0,1) l_K$.

Основною умовою ефективної роботи МТА є вірний вибір виду поворотів, видів і способів руху під час виконання

робіт, а також розрахунок параметрів робочої ділянки. Схеми поворотів та їхні параметри подано в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Види поворотів

Вид повороту		Вид повороту	
Кутовий поворот	 $L_x = (1,6 \dots 1,8)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Кутовий петлевий	$L_x = (5,5 \dots 6,5)R_0 + 2e$ $E = 2R_0 + 0,5d_k + e$ 
Безпетльовий дугоподібний	 $L_x = (3,2 \dots 4,0)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Безпетльовий з прямолинійною ділянкою	 $L_x = (1,4 \dots 2,0)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$
Петльовий грешеподібний	 $L_x = (6,6 \dots 8,0)R_0 + 2e$ $E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e$	Петльовий Вісімокуподібний	 $L_x = (8,0 \dots 9,0)R_0 + 2e$ $E = 3,0R_0 + 0,5d_k + e$
Грибоподібний з відкритою петлею	 $L_x = (4,1 \dots 5,0)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$	Грибоподібний з закритою петлею	 $L_x = (5,0 \dots 5,5)R_0 + 2e$ $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$

Таблиця 5.2

Радіуси поворотів

Типи МТА	Радіус повороту $R_0 = n \cdot B$ при $V_0 = 5 \text{ км/год}$	Коефіцієнт збільшення радіусу K_V при швидкості		
		$V_0 = 7 \text{ км/год}$	$V_0 = 9 \text{ км/год}$	$V_0 = 12 \text{ км/год}$
Піхотні:				
навісні	$3B$	1,05	1,20	1,35
причепні	$4,5 B$	1,15	1,42	1,60
Культиваторні і боронувальні:				
навісні	$0,9B$	1,06	1,32	1,46
причіпні	$(1,0 \dots 1,5)B$	1,25	1,55	1,75
Посівні (1, 2-х сіялкові)				
навісні	$1,1B$	1,08	1,41	1,58
причіпні	$1,6B$	1,32	1,57	1,80
Посівні (3, 4-х сіялкові)				
навісні	$0,9B$	1,08	1,41	1,58
причіпні	$(1,1 \dots 1,3)B$	1,32	1,57	1,80
Пропашні(культиваторні):				
навісні	$0,8B$	1,06	1,34	1,48
причепні	$(1,1 \dots 1,2)B$	1,35	1,68	1,85
Жаткові:				
навісні	$0,9B$	1,09	1,46	1,52
причіпні	$(1,2 \dots 1,4)B$	1,30	1,62	1,82

Відомими є різні способи руху агрегатів, які класифікують за певними ознаками: за напрямком робочих ходів (гонів,

круговий, діагональний); за організацією території (загоновий, без загоновий); за способом обробки ділянки (одно загоновий, двозагоновий і т.п.); за способом виконання поворотів (безпетльовий, петльовий); за схемою обробки ділянки (човниковий, перекриттям, комбінований, всклад, врозгін, т. д) (рис. 5.2).

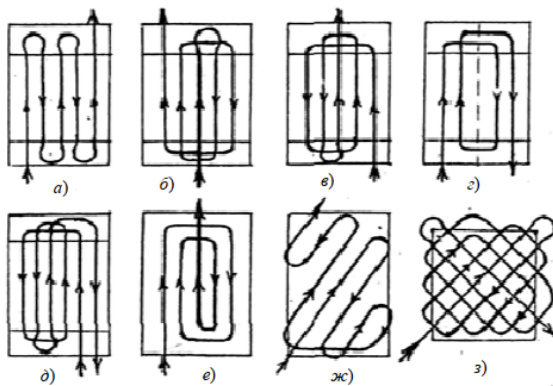


Рис. 5.2 – Способи руху агрегату: а-човниковий, б-всклад, в-врозгін, г-перекриттям, д-комбінований, е-круговий, ж-діагональний, з-діагонально-перехрестний

Вибір способу руху здійснюють виходячи з особливостей технологічного процесу, конструкції робочих машин, тощо. Оцінюють вірність вибору способу руху шляхом орівнювання значень коефіцієнту робочих ходів φ і коефіцієнту $\tau_{\text{рух}}$ використання часу руху:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_x + S_p}; \quad (5.2)$$

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (5.3)$$

де S_p, T_p – загальна довжина і час робочого шляху агрегата на загоні, м;

S_x, T_x – загальна довжина і час холостого ходу агрегата на загоні, м.

Оптимальна ширина ділянки:

Човниковий

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_0 + e}; \quad (5.4)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.5)$$

$C_{\text{опт}}$ – не визначається.

Всклад

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + \frac{4R_0}{C}(2R_0 - B_p) + R_0 + 2e}; \quad (5.6)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.7)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p + 8R_0^2)}; \quad (5.8)$$

Врозгін

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0(1 + \frac{4R_0}{C})B_p + 2e}; \quad (5.9)$$

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.10)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{8B_p R_0}; \quad (5.11)$$

Комбінований

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0 + 2e}; \quad (5.12)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.13)$$

$$C_{\text{min}} = \sqrt{8B_p R_0}; \quad (5.14)$$

Двозагонний

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 3R_0 + 2(e - \frac{R_0^2}{C})}; \quad (5.15)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.16)$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p - 2R_0^2)}; \quad (5.17)$$

Перекриттям

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e}; \quad (5.18)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.19)$$

$$C = 4 \dots 10R_0 \quad (5.20)$$

Круговий для симетричних агрегатів

$$\varphi = \frac{LC}{L(C + 0,5B_p) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p)} \quad (5.21)$$

$$C = \left(\frac{1}{5} \dots \frac{1}{8}\right) L \quad (5.22)$$

Діагонально-перехресний

$$\varphi = \frac{L_p C}{L_p C + 6R_0 B_p}; \quad (5.23)$$

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e; \quad (5.24)$$

$$C = (0,75 \dots 1,0)L \quad (5.25)$$

5.2

Приклад

Порівняти і вибрати раціональний спосіб руху сівалочного агрегату, який складається з трактора МТЗ-82 з сівалкою

СЗ-3,6 під час посіву зернових човниковим способом і перекриттям на рівній ділянці довжиною 1200 м.

1. Визначаємо кінематичну довжину агрегату

$$l_k = l_T + l_{зч} + l_M.$$

Так як агрегат односівалковий і зчіпка не застосовується, то з урахуванням даних табл. Д.4

$$l_k = l_T + l_M = 1,3 + 3,5 = 4,8 \text{ м.}$$

2. Довжину виїзду агрегату на поворотну смугу підраховуємо за виразом:

$$e = (0,25 \dots 0,75) l_k = 0,75 \cdot 4,8 = 3,6 \text{ м.}$$

3. Ширина поворотної смуги:

- для човникового способу

$$E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e;$$

- для руху перекриттям

$$E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e.$$

З таблиці додатку Д.5 знаходимо інтервал допустимих робочих швидкостей руху сі валкового агрегату $V_p = 7 \dots 12$ км/год. Швидкість руху під час повороту приймаємо для спрощення розрахунків $V_{\Pi} = V_{\Pi} = 12$ км/год. Тоді відповідно до табл. 5.2 вибираємо значення радіусу повороту з урахуванням коефіцієнту збільшення радіуса від швидкості

$$R_0 = 1,6BK_v = 1,6 \cdot 3,6 \cdot 1,8 = 10,4 \text{ м.}$$

Кінематичну ширину сі валкового агрегату, який є симетричним відносно поздовжньої осі агрегату, приймаємо $d_k = 3,6$ м. Тоді ширина поворотної смуги

- для човникового способу

$$- E = 2,8 \cdot 10,4 + 0,5 \cdot 3,6 + 3,6 = 34,52 \text{ м};$$

- для способу перекриттям:

$$E = 1,1 \cdot 10,4 + 0,5 \cdot 3,6 + 3,6 = 16,84 \text{ м}.$$

Так як ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату сівалки, остаточно прийmemo $E = 36 \text{ м}$ (для човникового способу) і 18 м (для способу перекриттям).

4. Довжина робочої ділянки L_p

$$- \text{для човникового способу } L_p = L - 2E = 1200 - 72 = 1128 \text{ м};$$

$$- \text{для способу руху перекриттям } L_p = 1200 - 36 = 1164 \text{ м}.$$

5. Визначаємо оптимальну ширину загону $C_{\text{опт}}$. Для човникового способу руху $C_{\text{опт}}$ не визначаємо, а для способу руху перекриттям $C_{\text{опт}} = 4 \dots 10R_0 = 4 \cdot 10,4 = 41,6 \text{ м}$.

6. Визначаємо коефіцієнт робочих ходів φ :

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_0 + e} = \frac{1128}{1128 + 6 \cdot 10,4 + 7,2} = 0,940;$$

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e} = \frac{1164}{1164 + 0,5 \cdot 41,6 + 11,4 \cdot 10,4 + 7,2} = 0,970.$$

Таким чином, судячи по коефіцієнту робочих ходів, більш кращим для заданих умов є спосіб руху перекриттям.

5.3. Завдання для виконання практичного завдання

МТА, який складається з трактора МТЗ-82 і причіпного культиватора КПС-4, може проводити суцільну передпосівну культивуацію на рівній ділянці поля за умови руху двома способами врозгін і перекриттям. Визначити за якої довжини робочої ділянки (гону) перевага одного способу перед іншим втрачається.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Дайте визначення, що розуміють під кінематикою агрегатів?
2. Які основні елементи кінематики агрегатів?
3. Дайте характеристику допоміжним елементам кінематики агрегату.
4. Що розуміють під мінімально допустимим радіусом повороту, формула розрахунку?
5. Дайте характеристику маневрових властивостей машинних агрегатів.
6. Дайте класифікацію поворотів.
7. Як розрахувати ширину поворотної смуги та ширину загінки?
8. У чому полягає призначення поворотної смуги?
9. Від чого залежить ширина поворотної смуги?
10. За якими ознаками класифікують способи руху агрегатів?
11. Які способи руху застосовують на сівбі, культивуванні, боронуванні, дискуванні, збиральних роботах, міжрядному обробітку просапних культур?
12. Які є способи руху орних агрегатів?
13. Що таке коефіцієнт робочих ходів, формули розрахунку?
14. Як розрахувати ширину загінки?
15. Шляхи підвищення коефіцієнта робочих ходів.

Тема 6: Розрахунок складу МТА

6.1. Короткі теоретичні відомості

Суть розрахункового методу полягає у наступному. Машино-тракторний агрегат розглядається як система «трактор - робоча машина», кожен з елементів якого має свої експлуатаційні характеристики. Основними експлуатаційними властивостями трактора є тягове зусилля, тягова потужність, для робочих машин – тяговий опір і швидкість руху. Для того, щоб машино - тракторний агрегат якісно виконував свої функції, співвідношення експлуатаційних показників трактора і робочої машини повинно мати наступний вигляд:

$$P_T = P_a \xi_{pT}, \quad (6.1)$$

де P_T – тягове зусилля трактора, P_a – тяговий опір робочої машини, ξ_{pT} – коефіцієнт використання тягового зусилля (0,85...0,95).

Методика розрахунку простого тягового агрегату:

1. Для заданої сільськогосподарської операції визначається агрегетехнічно обґрунтований швидкісний режим роботи (Додаток Д. 5).
2. На вибраних передачах визначають величини номінальних значень тягового зусилля трактора (використовуємо теоретичні залежності або тягові характеристики трактора).

Важливо: у якості основної передачі приймаємо передачу з максимальним значенням N_T (на рис. 6.1 це друга передача), і у якості запасних приймаємо одну-дві передачі (за рис. 6.1 ними можуть бути перша та третя). З урахуванням зазначеного, на графіку N_T виділяється зона Z_1 – зона раціонального тягового завантаження трактора.

На рис. 6.1 робочих швидкостей виділяється зона Z_2 – технологічно допустимих швидкостей руху. Як видно з рис. 6.1, у зону Z_2 потрапляють лише перша та друга передачі, тягові зусилля на яких дорівнюють відповідно $P_{ТН}^1$ та $P_{ТН}^2$.

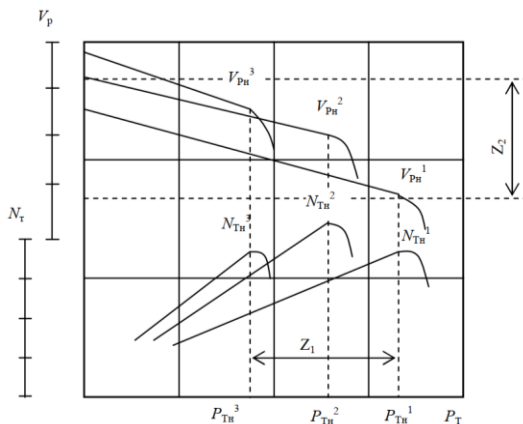


Рис. 6.1 – Вибір режимів роботи і тягових характеристик трактора

3. Визначається максимально можлива ширина захвату агрегату

$$B_{max} = \frac{P_{ТН} \xi_{рТ}}{K_{ov}} \quad (6.2)$$

З урахуванням підйому (спуску)

$$B_{max} = \frac{(P_{ТН} \pm P_a) \xi_{рТ}}{K_{ov} \pm g_{M100}} \quad (6.3)$$

K_{ov} – питомий опір при V_p робочій швидкості

$$K_{ov} = K_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right] \quad (6.4)$$

де $V_0 = 5 \text{ км/год}$ – швидкість руху для табличних значень $K_0 \Delta C$; – темп приросту питомого опору, % (табл.. 6.1). K_0 приймаємо з табл.. 3.2.

4. Вибирається тип робочої машини, її марка і кількість машин в агрегаті

$$n_m = B_{max} / B \quad (6.5)$$

де B – ширина захвату однієї машини, м.

Отримане значення заокруглюємо до меншого цілого.

5. Уточнюється потреба в застосуванні зчіпки, визначається величина фронту зчіпки і її марка

$$B_{зч} = B(n_m - 1) \quad (6.6)$$

6. Визначається опір зчіпки:

$$R_{зч} = G_{зч} - f_{зч} \quad (6.7)$$

7. Визначається уточнена ширина захвату агрегату і кількість машин у агрегаті

$$B_p = \frac{(P_{тн} \pm P_a - R_{зч}) \xi_{рТ}}{K_{ov} \pm g_{м \frac{i}{100}}}; \quad (6.8)$$

$$n_m = B_p / B \quad (6.9)$$

Отримане значення заокруглюємо до меншого цілого.

8. Проводиться оцінювання раціональності складу агрегату за дійсними коефіцієнтом використання тягового зусилля

$$\xi_{рТ}^Д = \frac{R_a - R_{зч}}{P_{тн}} \quad (6.10)$$

За умови наявності ухилів:

$$\xi_{рТ}^Д = \frac{R_a \pm G_{м \frac{i}{100}} - R_{зч} \pm G_{зч \frac{i}{100}}}{P_{тн} \pm P_a} \quad (6.11)$$

У деяких випадках оцінку раціональності вибору складу агрегату можна проводити за коефіцієнтом використання

тягової потужності ξ_{N_T} або використання ефективної потужності двигуна ξ_{N_e} .

$$\xi_{N_e} = \frac{N_T}{N_{TH} - N_a}, \quad (6.12)$$

де $N_T = P_a V_p = G_{тр} \frac{i}{100} V_p$ – потужність, яка витрачається на підйом трактора, кВт; $N_T = P_a V_p$ – потужність, яка витрачається на роботу трактора, кВт.

Для тягово-приводних агрегатів

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T + N_{ВВП}}{N_{TH} - N_a}, \quad (6.13)$$

де $N_{ВВП} = R_{ВВП} V_p$ – потужність, яка використовується на привод робочих органів, кВт.

Коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_{N_e} = \frac{N_e}{N_{ен}} \quad (6.14)$$

Економічній роботі двигуна і трактора відповідають такі режими роботи, при яких максимальна ефективна потужність двигуна $N_{ен}$ використовується не менше ніж на 80...95%, а номінальна сила тяги P_{TH} – не менше ніж 75...90%. Рациональні значення коефіцієнта використання тягового зусилля $\xi_{рТ}$ для тракторів, які працюють на рівних ділянках, наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.1

Темпи зростання питомого тягового опору ΔC

Робота	Сільськогос- подарська машина	C, %
Вспашка цілини, залежів, пласта багаторічних трав, стерні озимих (останнє при $K_{пл} > 60 \text{ кН/м}^2$)	Тракторний плуг	5...7
Вспашка стерні озимих, кукурудзи, сояшинику при $K_{пл} = 45...60 \text{ кН/м}^2$	Тракторний плуг	3...5

Продовження табл. 6.1

Вспашка легких грунтів грунтів при $K_{пл} < 45 \text{ кН/м}^2$	Тракторний плуг	2...3
Посів зернових	Сіялка рядова або вузькорядова	1,5...3,0
Лущення стерні озимих	Луцильники:	
	лемешний	2,5...3,5
	дисковий	2...3
Розробляння пласта	Дискова борона	2,5...4,0
Прикочування	Тракторний каток	1...2
Боронування	Зубова борона	1,5...2,5
Суцільна культивация	Культиватори:	2...5
	паровий	2,5...3,5
	пропашний	
Збирання кукурудзи на зерно або силос	Кукурудзо- або силосо збиральний комбайн	1,5...2,0

Таблиця 6.2

Значення коефіцієнту ξ_{pt} використання тягового зусилля тракторів

Вид робіт	T-25A T-40M	T-38M MT3-50	MT3-80 ЮМЗ-6Л T-70C	T-74 ДТ-75М ДТ-75	T-150 T-150K	T-4A T-100	K-701 K-700A
Вспашка	-	-	-	0,9	0,86	0,9	0,88
Вспашка засохлого і важкого ґрунту	-	-	-	0,8	0,8	0,82	0,78
Культивация	0,83	0,88	0,89	0,92	0,9	0,93	0,92
Обробка плоскорізом	-	-	-	0,9	0,9	0,92	0,9
Лущення дисковими лущильниками	0,92	0,92	0,92	0,94	0,92	0,96	0,92
Посів зернових	0,93	0,94	0,94	0,95	0,93	0,96	0,93

За умови, що величини ξ_{pt} , ξ_{Nt} и ξ_{Ne} менше або більше рекомендованих значень, змінюється кількість машин в агрегаті або обирається інший швидкісний режим роботи МТА.

Особливості розрахунку деяких видів агрегатів

1. Навісний тяговий агрегат розраховують за наведеною вище методикою з урахуванням деяких особливостей. Експлуатаційна вага трактора збільшується за рахунок довантаження його навісною машиною або зчіпкою, т.т. у цьому випадку зростає опір переміщенню P_f трактора:

$$P_f = G_{\text{тр}}(1 + \lambda_1)f, \quad (6.15)$$

де λ_1 – коефіцієнт, який враховує величину довантаження трактора (під час вспахування 0,5...1,0); під час культивації – 1,6...2,0.

Зростає також й сила зчеплення трактора з ґрунтом:

$$F_{\text{зч}} = G_{\text{тр}}(1 + \lambda_1)\mu \quad (6.16)$$

У той же час питомий опір навісної робочої машини дещо зменшується

$$K_0^H = K_0\lambda_2, \quad (6.17)$$

де λ_2 – коефіцієнт, який враховує зменшення питомого опору навісної машини (0,8...0,85).

2. Розрахунок піхотного агрегату

Методика розрахунку піхотного агрегату аналогічна описаній вище. Відмінність в тому, що визначається не кількість робочих машин в агрегаті, а кількість плужних корпусів.

Тяговий опір плуга визначається:

$$R_{\text{пл}} = K_{\text{пл}}n_kB_kh \pm G_{\text{пл}}\frac{i}{100}, \quad (6.18)$$

де n_k – кількість плужних корпусів, шт.; B_k – ширина захвату одного плужного корпусу, м; $G_{\text{пл}}$ – вага плуга, кН; h – глибина пахоти, м.

Опір одного плужного корпусу:

$$R_k = K_{\text{пл}}B_kh \pm g_m\frac{i}{100}, \quad (6.19)$$

де g_m – вага плуга або іншої робочої машини, що припадає на 1 м ширини захвату, кН/м² (табл. 6.3).

Кількість плужних корпусів в плугові:

$$n_k = \frac{(P_{тн} \pm G_{тр} \frac{i}{100}) \xi_{рт}}{R_k}. \quad (6.20)$$

Іноді під час розрахунку піхотних агрегатів враховують збільшення ваги плуга за рахунок ваги ґрунту, що знаходиться на його корпусах. Тоді

$$n_k = \frac{(P_{тн} \pm G_{тр} \frac{i}{100}) \xi_{рт}}{K_{пл} B_k h \pm g_m B_k \frac{i}{100} C}. \quad (6.21)$$

де C – поправочний коефіцієнт (1,1...1,4) залежний від глибини пахоти.

3. Розрахунок тягово-приводних агрегатів

Під час розрахунку тягово-приводних агрегатів потрібно враховувати, що на привод робочих органів витрачається частина дотичної сили, тому додатковий тяговий опір робочої машини з приводом від ВВП буде становити $R_{ВВП} = \Delta P_k^{ВВП}$

$$R_{ВВП} = \frac{0,159 N_{ВВП} \eta_{тр} i_{тр}}{r_k n_m \eta_{ВВП}}, \quad (6.22)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привод робочих органів, кВт (табл.. 4.6).

Сумарний опір однієї робочої машини у цьому випадку

$$\sum R_m = K_0 b + R_{ВВП} = b(K_0 + R_{ВВП}/b) \quad (6.23)$$

або

$$\sum R_m = K_0^{пп}, \quad (6.24)$$

де $K_0^{пп} = \left(K_0 + R_{ВВП}/b \right)$ – приведений питомий опір, кН/м.

Максимальна ширина захвату визначається за (6.2).

З урахуванням підйому-спуску:

$$B_{max} = \frac{(P_{гн} \pm G_{гп} \frac{i}{100}) \xi_{гп}}{K_0^{гп} \pm g_m \frac{i}{100}}. \quad (6.25)$$

У більшості випадків склад агрегату є відомим і не може бути скомплектований по іншому. У даному випадку проводять розрахунок швидкісного режиму роботи.

Таблиця 6.3

Значення ваги машин, що припадає на 1 м ширини захвату

Машина	g_m ($g_{зч}$, g_n), кН/м	Машина	g_m ($g_{зч}$, g_n), кН/м
Плуги: сім і більше корпусів шість і мен-ше корпусів		Сіялки:	
	7,0...9,0	зернові	4,8...6,3
	5,0...6,0	зернові стерневі	6,8...7,9
		Картоплесаджалки:	6,2...16,6
Луцильники:	3,6...4,9	Граблі	0,7...1,5
лемішні	2,1...2,7	Косарки	0,8...2,0
дискові		Косарки-плющилки	4,8...5,3
Борони:		Зернові жатки	2,0...3,9
зубові, сітчасті	0,3...0,7		
дискові	3,0...5,0		
голчасті	3,7		
Котки	2,5...5,8	Самохідні косарки	11,0...14,0
Культиватори: плоскорізи для суцільного обро-бітку для міжрядного обробітку	2,8...5,0	Силосозбиральні комбайни	13,0...14,6
		Косарки- подрібнювачі	8,0...12,0
	1,2...2,7	Картоплекопачі	5,5...8,3
	2,5...4,2		
Зчіпки причіпна напівнавісна	0,4...0,5 0,7...0,9	Картоплезбиральні комбайни	20,0...32,0

Особливості розрахунку полягають в тому, що визначають три значення швидкості руху: агротехнічно допустима $V_p^{арр}$, максимально допустима за пропускною здатністю робочих органів $V_p^{пр}$ і максимально допустима швидкість руху за потужністю двигуна V_p^{Ne} . Швидкість руху $V_p^{пр}$ визначається:

$$V_p^{пр} = \frac{10g_n}{B_p H}, \quad (6.26)$$

де g_n – номінальна пропускна здатність робочої машини, кг/с (табл. Додатку Д.6); H – норма внесення матеріалів або урожайність культур, т/га (урожайність включає як основну так й побічну продукцію).

Далі потрібно розрахувати значення потужності двигуна $N_{ер}$, яка потрібна для роботи агрегату зі швидкістю $V_p^{пр}$.

Для самохідного агрегату

$$N_{ер} = \frac{(R_m + V_p^{пр})}{\eta_{мг} \eta_{рп} \eta_{гп}} + \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}}, \quad (6.27)$$

Для тягово-приводного агрегату

$$N_{ер} = \frac{(R_m + P_f + P_a) V_p^{пр}}{\eta_{мг} \eta_{б}} + \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}}, \quad (6.28)$$

де $\eta_{рп}$ – ККД клинопасової передачі (0,90...0,98);

$\eta_{ВВП}$ – ККД ВВП (0,94...0,96);

$\eta_{гп}$ – ККД гідроприводу (0,78...0,80);

$\eta_{б}$ – ККД буксування $\eta_{б} = (1 - \delta/100)$;

$\eta_{мг}$ – ККД трансмісії (для гусеничних тракторів 0,76...0,8; для колісних – 0,78...0,82).

За умови, що $N_{ер} < N_{ен}$, агрегат працює на швидкості не більше $V_p^{пр}$.

За умови, що $N_{ep} > N_{ен}$, агрегат повинен працювати на меншій швидкості з урахуванням можливостей двигуна. У даному випадку значення швидкості V_p^{Ne} рахують за наступними залежностями.

Для тягово-приводних агрегатів

$$V_p^{Ne} = \frac{(N_{ен} \xi_{Ne} - N_{ВВП} / \eta_{ВВП}) \eta_{мг} \eta_{б}}{R_{м} + G_{тр} \left(f_{тр} + \frac{l}{100} \right)}. \quad (6.29)$$

Для самохідних агрегатів

$$V_p^{Ne} = (N_{ен} \xi_{Ne} - N_{ВВП} / \eta_{ВВП}) \eta_{мг} \eta_{б} \quad (6.30)$$

Потужність, яка витрачається на привод ВВП, визначається

$$N_{ВВП} = N_{ВВП_p} + N_{ВВП_x} + N_{ВВП_g} \quad (6.31)$$

або

$$N_{ВВП} = N_{пит} g_n + N_{ВВП_x} + N_{ВВП_g}, \quad (6.32)$$

де $N_{пит}$ – витрати потужності на технологічний процес, кВт/кг/с (Д.7, Д8); $N_{ВВП_x}$ – потужність, яка витрачається на холосте обертання робочих органів (Д.9), кВт; $N_{ВВП_g}$ – потужність, яка витрачається на привод додаткових механізмів (орієнтовно 2...5 кВт для зернозбиральних і кормозбиральних комбайнів), кВт.

4. Розрахунок транспортних тракторних агрегатів. До особливостей розрахунку транспортних тракторних агрегатів відноситься те, що замість робочих машин в агрегаті використовують тракторні причепі возики.
5. Суть розрахунку зводиться до визначення кількості причепів в транспортному агрегаті. Повний тяговий опір транспортного агрегату:

$$R_{ат} = G_{пр}^n n_{пр} \left(f_{пр} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (6.33)$$

де $G_{\text{пр}}^{\text{п}}$ – загальна вага навантаженого причепа, кН; $n_{\text{пр}}$ – кількість причепів в агрегаті, шт.; $f_{\text{пр}}$ – коефіцієнт опору коченню причепа (Д.10, Д.11).

Для обраних за дорожніми умовами транспортних передач і з урахуванням кута схилу або підйому та підвищеного опору під час рушання з місця визначається максимальна причіпна вага

$$G_{\text{пр}}^{\text{max}} = \frac{P_{\text{тн}} \xi_{\text{рт}} - G_{\text{тр}} \left[f(a_{\text{тр}} - 1) \pm \frac{i}{100} \right]}{f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100}}, \quad (6.34)$$

де $a_{\text{тр}}$, $a_{\text{пр}}$ – коефіцієнти підвищення опору руху відповідно трактора та причепа під час рушання з місця (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Коефіцієнти $a_{\text{тр}}$ і $a_{\text{пр}}$

Дорожні умови	$a_{\text{пр}}$	$a_{\text{тр}}$
Асфальт, асфальтобетон	1,5	–
Суха ґрунтова дорога	1,8	2,48
Перезволожена ґрунтова дорога	1,76	1,84
Зоране поле	1,87	2,12

Кількість причепів в агрегаті:

$$n_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}^{\text{max}}}{G_{\text{пр}}^{\text{п}}}, \quad (6.35)$$

де $G_{\text{пр}}^{\text{п}} = G_{\text{пр}} + G_{\text{тр}}$; $G_{\text{пр}}$ – вага пустого причепа, кН; $G_{\text{тр}}$ – вага вантажу, кН.

Потрібно врахувати, що за умови недостатнього зчеплення (коли $P_{\text{кн}} > F_{\text{зч}}$) у розрахунках потрібно приймати номінальне значення сили зчеплення трактора з ґрунтом.

Режими роботи агрегатів

Використовуючи графіки тягової характеристики тракторів (рис. 6.2), достатньо визначити дійсний режим роботи агрегату – його робочу швидкість $V_{\text{р}}$. Вихідною умовою під час визначення дійсних значень $V_{\text{р}}$ є співвідношення:

$$\left(P_{\text{тп}} \pm G_{\text{тр}} \frac{i}{100} \right) \xi_{\text{рт}} \geq R_{\text{а}} \quad (6.36)$$

Методика визначення V_p у даному випадку полягає в наступному. Знаючи загальний опір агрегату R_a , можна вибрати передачу трактора, для якого співвідношення (6.36) дотримується.

Так як масштаб графіка тягової характеристики на осі абсцис однаковий для P_T і R_a , отримане розрахунком значення опору R_a відкладається на осі абсцис, а потім на графіку V_p вибраної передачі визначається дійсне значення робочої швидкості руху агрегату (рис. 6.2). За умови, що значення V_p виходить за межі інтервалу допустимих швидкостей потрібно використовувати перехід на понижений швидкісний режим без зміни передачі. При цьому робоча швидкість агрегату увійде в інтервал допустимих швидкостей, а годинна витрата палива зменшиться.

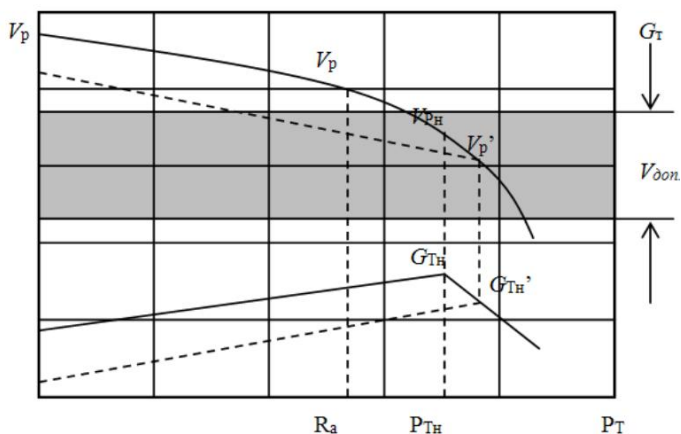


Рис. 6.2 – Визначення робочої швидкості агрегату

6.2 Приклад

Розрахувати склад орного агрегату з трактором ДТ-75М під час орання середньо суглинкових ґрунтів на глибину 25 см по стерні колосових культур на полі з ухилом в 3%.

1. Визначаємо інтервал допустимих швидкостей. За табл. Д.5. інтервал становить від 4,5 до 12 км/год. Однак для сучасних навісних і напівнавісних сучасних плугів $V_{\text{доп}} = 6 \dots 10$ км/год.
2. За даними табл. Д.1 побудуємо графік тягової характеристики трактора ДТ-75М (рис. 6.3) під час роботи на стерні.

Для спрощення подальших розрахунків на графіку наносяться лише точки максимальних значень $N_{\text{тmax}} = N_{\text{тн}}$ і номінальних значень для всіх V_p передач.

Як видно з рис. 6.3, в інтервалі допустимих швидкостей попадають 3, 4, 5, 6 передачі. Так як бажано працювати на передачах з найбільшим значенням $N_{\text{т}}$, то за основну передачу обираємо 3-тю, але розрахунок потрібно провести на всіх чотирьох передачах, так як остаточно вирішити питання про оптимальну передачу можна лише при подальшому розрахунку продуктивності агрегату і по витратах праці і засобів на одиницю робіт.

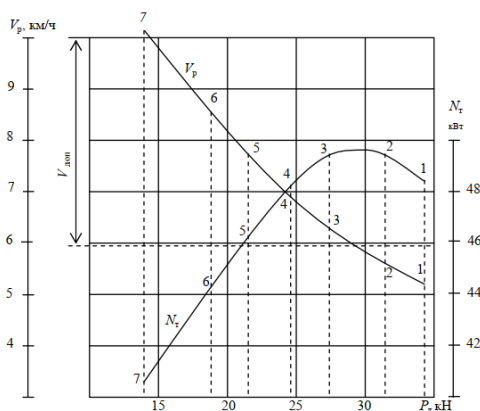


Рис. 6.3 – Вибір робочих передач трактора ДТ-75М

З рис. 6.3 знаходимо значення тягових зусиль на кожній з обраних передач:

$$P_{\text{тн}}^3 = 27,7 \text{ кН}; P_{\text{тн}}^4 = 24,5 \text{ кН}; P_{\text{тн}}^5 = 21,3 \text{ кН}; P_{\text{тн}}^6 = 18,5 \text{ кН};$$

Сила зчеплення трактора з ґрунтом: $F_{зч} = \mu G_{тр} = 0,7 \cdot 63,1 = 44,17 \text{ кН}$.

Порівнявши силу зчеплення зі значенням $P_{тн}$, можна зробити висновок про достатнє зчеплення трактора з ґрунтом на всіх вибраних передачах.

- Визначаємо тяговий опір плуга. Опір одного плужного корпусу визначиться:

$$R_k = K_{пл} b_k h \pm g_m b_k \frac{l}{100}. \text{ 3 табл. 6. 5: } K_{пл} = 35 \text{ кН/м}^2, \text{ а з табл. 6.3 } g_m = 6 \text{ кН/м.}$$

Питомий опір $K_{пл}$ з урахуванням дійсних швидкостей руху знаходимо за залежністю $K_{плV} = K_{пл} \left(1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right)$

Таблиця 6.5

Середній опір різних типів ґрунтів при вспахуванні

Ґрунт	Агрофон	Значення $K_{пл}$ для ґрунтів, кН/м ² (кПа)			
		Глини-сті	Важкий суглинок	Середній суглинок	Супсь та легкий суглинок
Чорнозем	Стерня озимих. Пласт багаторічних трав. Цілина, залеж	68	49	35	25
		86	57	45	31
		90	71	52	39
Дерново-підзолистий	Стерня озимих. Пласт багаторічних трав. Цілина, залеж	66	47	34	26
		74	56	43	30
		92	71	50	40
Каштановий	Стерня озимих. Цілина, залеж	69	47	36	22
		98	68	55	29
Засолений	Стерня озимих	—	82	73	65

$$\text{На 3-й передачі } K_{пл}^3 = 35 \cdot \left[1 + (6,3 - 5) \frac{5}{100} \right] = 37,7 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{На 4-й: } K_{пл}^4 = 35 \cdot \left[1 + (6,85 - 5) \frac{5}{100} \right] = 38,2 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{На 5-й: } K_{\text{пл}}^5 = 35 \cdot \left[1 + (7,8 - 5) \frac{5}{100} \right] = 39,9 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{На 6-й: } K_{\text{пл}}^6 = 35 \cdot \left[1 + (8,55 - 5) \frac{5}{100} \right] = 41,2 \text{ кН/м}^2.$$

Опір R_K з урахуванням робочих швидкостей руху буде:

$$\text{На 3-й передачі: } R_K^3 = 37,3 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,32 \text{ кН};$$

$$\text{На 4-й передачі: } R_K^4 = 38,2 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,41 \text{ кН};$$

$$\text{На 5-й передачі: } R_K^5 = 39,9 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,41 \text{ кН};$$

$$\text{На 6-й передачі: } R_K^6 = 41,2 \cdot 0,35 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,35 \cdot 0,03 = 3,67 \text{ кН}.$$

4. Кількість плужних корпусів визначаємо за залежністю:

$$n_K = \frac{(P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тр}} \frac{i}{100}) \xi_{\text{пр}}}{R_K}.$$
 З таблиці Д.1 вага трактора ДТ-75М $G_{\text{тр}} = 63,1$ кН, $\xi_{\text{пр}} = 0,92$. Тоді кількість плужних корпусів для вибраних передач:

$$\text{на 3-й передачі: } n_K = \frac{(27,7 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,32} = 7,15 \approx 7;$$

$$\text{на 4-й передачі: } n_K = \frac{(24,5 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,32} = 6;$$

$$\text{на 5-й передачі: } n_K = \frac{(21,3 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,32} = 5;$$

$$\text{на 6-й передачі: } n_K = \frac{(18,5 - 63,1 \cdot 0,03) \cdot 0,92}{3,32} = 4.$$

На підставі виконаних розрахунків підбираємо склад агрегатів на передачах:

На 6-й передачі – ДТ-75М+ПЛН-4-35;

На 5-й: ДТ-75М+ПЛН-5-35;

На 4-й: ДТ-75М+ПЛН-6-35;

На 3-й: ДТ-75М+ПЛН-6-35 (плугів із 7-ю корпусами немає).

5. Оцінку раціональності підібраних агрегатів проводимо за коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора і тяговій потужності.

$$\xi_{\text{рТ}}^6 = \frac{R_a^6}{P_{\text{ТН}}^6} = \frac{3,67 \cdot 4}{18,5} = 0,79; \quad \xi_{\text{рТ}}^5 = \frac{R_a^5}{P_{\text{ТН}}^5} = \frac{3,55 \cdot 5}{21,3} = 0,83;$$

$$\xi_{\text{рТ}}^4 = \frac{R_a^4}{P_{\text{ТН}}^4} = \frac{3,41 \cdot 6}{24,5} = 0,84; \quad \xi_{\text{рТ}}^3 = \frac{R_a^3}{P_{\text{ТН}}^3} = \frac{3,52 \cdot 6}{27,7} = 0,72.$$

Для підрахунку ξ_{N_T} використовуємо формулу (6.13)

де $N_a = G_{\text{тр}} \frac{i}{100} V_p$ – потужність, яка витрачається на підйом трактора, кВт; $N_t = R_a V_p$ – потужність, яка витрачається на роботу трактора, кВт.

$$R_a^6 = R_{\text{К}}^6 n_{\text{К}} = 3,67 \cdot 4 = 14,68;$$

$$R_a^5 = R_{\text{К}}^5 n_{\text{К}} = 3,55 \cdot 5 = 17,75;$$

$$R_a^4 = R_{\text{К}}^4 n_{\text{К}} = 3,41 \cdot 6 = 20,46;$$

$$R_a^3 = R_{\text{К}}^3 n_{\text{К}} = 3,32 \cdot 6 = 19,92.$$

З графіку (рис.6.2) знаходимо відповідні R_a значення V_p :

$$V_p^6 = 9,6 \frac{\text{км}}{\text{год}}; \quad V_p^5 = 8,6 \frac{\text{км}}{\text{год}};$$

$$V_p^4 = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{год}}; \quad V_p^3 = 8,0 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Тоді

$$N_{\text{Т}}^6 = 14,6 \cdot \frac{9,6}{3,6} = 38,9 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{Т}}^5 = 17,75 \cdot \frac{8,6}{3,6} = 42,4 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{Т}}^4 = 20,46 \cdot \frac{7,9}{3,6} = 44,89 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{Т}}^3 = 19,92 \cdot \frac{8,0}{3,6} = 44,3 \text{ кВт};$$

$$N_a^6 = \frac{9,6}{3,6} 63,1 \cdot 0,03 = 5,0 \text{ кВт};$$

$$N_a^5 = \frac{8,6}{3,6} 63,1 \cdot 0,03 = 4,5 \text{ кВт}$$

$$N_a^4 = \frac{7,9}{3,6} 63,1 \cdot 0,03 = 4,2 \text{ кВт}$$

$$N_a^3 = \frac{8,0}{3,6} 63,1 \cdot 0,03 = 4,2 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт використання тягової потужності трактора ξ_{N_T} на вибраних передачах:

$$\xi_{N_T}^6 = \frac{38,9}{49,1 - 5} = 0,88; \quad \xi_{N_T}^5 = \frac{42,4}{49,1 - 4,5} = 0,95;$$

$$\xi_{N_T}^4 = \frac{44,89}{49,1 - 4,2} = 0,99; \quad \xi_{N_T}^3 = \frac{44,3}{49,1 - 4,2} = 0,97.$$

Вірність розрахунків доведена співвідношенням $\xi_{N_T} > \xi_{pT}$ на всіх вибраних передачах.

Але судячи за значеннями ξ_{N_T} , оптимальним може рахуватись агрегат, який складається з трактора ДТ-75М з плугом ПЛН-5-35 і працює на 5-й передачі.

6.3 Завдання для самостійного виконання

Розрахувати склад агрегату:

Трактор К-701А + СЗ-3,6; Трактор Т-150 + СЗ-3,6;

Трактор К-701А + СЗ-3,6;

Трактор МТЗ-8 + ППО.9.30/40;

Трактор МТЗ-80+ СПУ-3М;

Трактор К-701А + СУ-18+3СЗ-3,6;

Трактор Т-150 + СП-11 + 2СЗ-3,6.

Розрахувати склад орного агрегату з трактором К-701 (Т-150, МТЗ-80) під час орання важкого суглинка на глибину 20 см під технічні культури на полі без ухилу.

Розрахувати склад агрегату для орання з трактором Т-150(Т-10К, ДТ-75М) під час орання важкого суглинка на глибину 30 (35, 40) см під технічні культури на полі без ухилу.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Перерахуйте правила комплектування МТА.
2. Які параметри відносять до числа технічних показників МТА під час виконання піхотних робіт?
3. Назвіть показники, що відносяться до числа прямих експлуатаційних витрат. За якими критеріями визначають раціональний склад МТА?
4. Що називають питомим тяговим опором? Як вибрати основну робочу передачу?
5. Як визначити питомий тяговий опір машини при різних швидкостях?
6. Як визначити оптимальну ширину захвату і кількість машин для його складання?

Тема 7: Продуктивність машинних агрегатів

7.1.Короткі теоретичні відомості

Ефективність роботи різних МТА з точки зору виконання об'ємів і робіт характеризується їхньою продуктивністю.

Продуктивність агрегату – це об'єм у відповідних одиницях виміру (га, тон, т.п)., виконаний агрегатом у відповідну одиницю часу (година, доба, зміна, т.п.).

Фактична продуктивність агрегату (годинна і змінна) :

$$W_r = 0,1B_p V_p \tau; \quad (7.1)$$

$$W_{зм} = 0,1B_p V_p T_p = 0,1B_p V_p T_{зм} \tau, \quad (7.2)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м; V_p – робоча швидкість агрегату, км/год; $T_p = T_{зм} \tau$ – робочий час зміни, год.; $T_{зм}$ – час зміни (7 годин); τ – коефіцієнт використання часу зміни.

При нормуванні механізованих робіт враховують баланс часу зміни за наступними елементами (год):

$$T_{зм} = T_{пз} + T_p + T_x + T_{техн} + T_{то} + T_{лн}, \quad (7.3)$$

де $T_{пз}$ – підготовче-заклучний час; T_p – час чистої роботи у борозні; T_x – час на холості ходи, заїзди; $T_{техн}$ – час зупинок агрегату на технологічне обслуговування; $T_{то}$ – час на внутрішньо змінне технічне обслуговування агрегату; $T_{лн}$ – час внутрішньо змінних перерв на відпочинок та особисті потреби.

Час чистої роботи T_p :

$$T_p = \frac{2L_p n_{ц}}{1000V_p}, \quad (7.4)$$

де $n_{ц}$ – кількість циклів роботи агрегату за зміну (один цикл – рух агрегату в загоні «вперед – назад»); L_p – довжина робочого ходу, м.

Час, який витрачається на виконання холостих ходів T_x :

$$T_x = \frac{2L_x n_{ц}}{1000V_x}, \quad (7.5)$$

де V_x – швидкість агрегату під час виконання поворотів (під час розрахунків приймають $V_x \approx V_p$).

Час на виконання підготовчо-заклучних робіт $T_{пз}$ включає в себе: витрати часу на проведення кожнозмінного технічного обслуговування агрегату $t_{ето}$, отримання наряду та здавання роботи $t_{пн}$, на переїзди на початку та в кінці зміни $t_{пм}$.

$$T_{пз} = t_{ето} + t_{пн} + t_{пм}. \quad (7.7)$$

Значення елементів часу $T_{пз}$ регламентуються відповідними нормативними документами у наступних межах: $t_{пм} = 29$ хв; $t_{пн} = 4$ хв; $t_{ето}$ відповідно до табл. 7.1. У конкретних випадках, коли відстань переїзду є відомою, $t_{пн}$ можна розрахувати.

Таблиця 7.1

Значення елементів часу

Тип машин	$t_{\text{ето}}, \text{хв}$	Тип машин	$t_{\text{ето}}, \text{хв}$
Трактори	16...30	Косилки, косилки-плющилки	12...20
Комбайни:		Граблі валкові	12
зернозбиральні	30...50	Косилки-подрібнювачі	14...16
кормозбиральні	14...16		
картофелезбиральні	30	Культиватори пропашні	11...14
Плуги	6...10	Культиватори для суцільної обробки	15...20
Луцильщики	15...18	Сіялки, сажалки	10...16
Плуги луцильщики	8...10	Котки	10...18
Борони дискові	10...12		
Борони зубові (в розрахунку на 3 борони)	2	Розкидачі добрив	8...10

Час $T_{\text{техн}}$, який витрачається на технологічне обслуговування агрегату, включає в себе витрати часу на очищення робочих органів машин $t_{\text{оч}}$, на перевірку якості роботи $t_{\text{пк}}$, на технологічні регулювання $t_{\text{рег}}$, а також на заправку, розвантаження технологічної ємностей машин або розвантаження бункерів комбайнів $t_{\text{ос}}$.

$$T_{\text{техн}} = t_{\text{оч}} + t_{\text{рег}} + n_{\text{ц}} t_{\text{ос}} + t_{\text{пк}}, \quad (7.8)$$

$n_{\text{ц}}$ - кількість циклів за зміну.

Елементи $T_{\text{техн}}$, $t_{\text{оч}}$, $t_{\text{пк}}$, $t_{\text{рег}}$ встановлюються за даними спостережень. Для розрахунків можна прийняти $t_{\text{оч}}=4...22$ хв., $t_{\text{пк}} = 5 ... 10$ хв.

Час, витрачений на заправку технологічних емностей робочих машин, можна визначити з табл. Д. 13., а час на розвантаження бункерів комбайнів можна розрахувати за залежністю:

$$t_{oc} = \frac{V\gamma\lambda}{3,6W_{ш}}, \quad (7.9)$$

де V – об’єм бункеру, m^3 ; γ – щільність продукту (зерна, тощо), t/m^3 ; λ – коефіцієнт заповнення бункеру (0,95); $W_{ш}$ – продуктивність вивантажувального шнеку, $кг/с$ (наприклад для комбайнів СК-5, СК-6 $W_{ш} = 15$ $кг/с$; для комбайнів Дон -1200, Дон – 1500 - $40 \frac{кг}{с}$).

Часто в розрахунках приймають час вивантаження зерна з бункера комбайна 3...4 хв. Час $T_{то}$, який витрачається на внутрішньо змінне технічне обслуговування, становить 0,17...0,5 год. Час $T_{лн}$, який витрачається на внутрішньо змінний регламентований відпочинок і особисті потреби, складає 25...38 хв.

Показником, який характеризує раціональність використання часу зміни, є коефіцієнт τ – коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{змн}}, \quad (7.10)$$

де $T_{змн}$ - нормативний час зміни (7 годин).

Рух МТА на робочій ділянці характеризується певною циклічністю. Час одного циклу включає в себе тривалість робочого $t_{рц}$ і холостого руху агрегату $t_{хц}$ з потрібними технологічними зупинками $t_{оц}$:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{оц} = \frac{2L_p^{сеп}}{V_p} + \frac{2L_x^{сеп}}{V_x} + t_{оц}, \quad (7.11)$$

де $L_p^{сеп}$, $L_x^{сеп}$ – середня довжина відповідно робочого і холостого ходів, м.

$$t_{оц} = \frac{2L_p}{L_{техн}} t_{ос}, \quad (7.12)$$

де $L_{\text{техн}}$ – робочий хід агрегату до повного звільнення технологічної ємності (ящика, сіялки, тощо), м; $t_{\text{ос}}$ – час на одну технологічну зупинку (Д.13), год.

Робочий хід агрегату $L_{\text{техн}}$ визначається:

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{q B_p}, \quad (7.13)$$

де q – норма витрати матеріалу (зерна, добрив, тощо) або врожайність, т/га.

Для наближених розрахунків, наприклад, за потреби порівняння продуктивності агрегатів з різними варіантами їхнього складу або способів руху можна застосовувати значення коефіцієнту використання циклового часу $\tau_{\text{ц}}$

$$\tau_{\text{ц}} = \frac{t_{\text{рц}}}{t_{\text{ц}}}. \quad (7.14)$$

7.2. Приклад

Визначити змінну продуктивність агрегату з трактора ДТ-75М, зчіпки СП-11 і трьох сіялок СЗ-3,6 за умови роботи на рівній ділянці довжиною $L_p = 900$ м поля; агрофон – поле, підготовлене під посів, ґрунт – чорнозем, середній суглинок. Спосіб руху агрегату – човниковий. Культура, яка висівається – озима пшениця.

Продуктивність агрегату розраховуємо за формулою

$$W_{\text{зм}} = 0,1 B_p V_p T_{\text{зм}} \tau$$

Ширина захвату агрегату

$$B_p = n b_p = 3 \cdot 3,6 = 10,8 \text{ м};$$

Швидкість руху агрегату. Агротехнічно допустима швидкість руху агрегату знаходиться в межах 7...12 км/год (1,9...3,3 м/с).

Робочу швидкість руху агрегату визначимо наступним чином. Спочатку знаходимо опір агрегату

$$R_a = nk_0 b_r + R_{зч} = 3 \cdot 1,3 \cdot 3,6 + 1,5 = 15,5 \text{ кН.}$$

Значення k_0 беремо за табл. 3.2, а опір зчипки рахуємо за формулою:

$$R_{зч} = f_{зч} G_{зч} = 0,17 \cdot (0,915 \cdot 9,8) = 1,5 \text{ кН,} \quad \text{де} \\ f_{зч} = 0,15 \dots 0,33 \text{ кН/м (табл. Д. 12).}$$

З урахуванням коефіцієнту використання тягового зусилля $\xi_{рт} = R_a / R_{тн}$, оптимальні значення якого наведені в табл.

6.2. Потрібне тягове зусилля

$$R_{тн} = R_a / \xi_{рт} = \frac{16,5}{0,95} = 16,3 \text{ кН.}$$

За табл. Д.1 під час роботи трактора ДТ-75М на полі, яке підготовлене під посів, знаходимо (при $N_t = N_{тmax}$), що потрібне тягове зусилля може бути отримано на 6-й передачі ($p_{тн}=16,9$ кН). Робоча швидкість на даній передачі 8,45 км/год (2,34 м/с);

Складаємо баланс часу зміни

$$T_{зм} = T_{пз} + T_p + T_x + T_{техн} + T_{то} + T_{лн}$$

Відповідно до рекомендацій і табл. 7.1, маємо:

$$T_{пз} = t_{ето} + t_{пн} + t_{пм} = 20 + 4 + 29 = 33 \text{ хв (0,55 год).}$$

У розрахунках приймають $T_{то}=0,17 \dots 0,5$ год, а $T_{лн}=0,42 \dots 0,63$ год.

Час на технологічне обслуговування

$T_{техн} = t_{оч} + t_{рег} + n_{ц} t_{ос} + t_{пк}$, де $t_{оч} = 5$ хв; $t_{рег} = 8$ хв; $t_{пк} = 5$ хв. Час $t_{ос}$ визначаємо за даними Д. 13, у відповідності до даних таблиці для 3-х сівалочного агрегату $t_{ос} = 7,9$ хв.

Перед тим, як підрахувати кількість робочих циклів потрібно визначити час одного циклу $t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{оц}$:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2L_p}{V_p} + \frac{2L_x}{V_x} + t_{\text{оц}}; t_{\text{оц}} = \frac{2L_p}{L_{\text{техн}}} t_{\text{ос}}.$$

За умови руху агрегату човником і грушеподібному повороті довжина холостого ходу $L_x = 4R_0 + 2e$. За табл. 5.2 $R_0 = 1,3B_p k = 1,3 \cdot 10,8 \cdot 1,57 = 22$ м.

Довжину виїзду агрегату e знайдемо з виразу

$$e = 0,75l_k = 0,75(l_{\text{т}} + l_{\text{зч}} + l_{\text{м}}).$$

З табл. Д. 4 $l_{\text{т}} = 1,55$ м, $l_{\text{зч}} = 6,7$ м, $l_{\text{м}} = 3,2$ м.

Тоді $e = 0,75 \cdot (1,55 + 6,7 + 3,3) = 8,6$ м, а

$$L_x = 4 \cdot 22 + 2 \cdot 8,6 = 105,2 \text{ м.}$$

Довжина шляху агрегату до повного вивільнення сівалок від насіння $L_{\text{техн}}$ обрахуємо за залежністю

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{q B_p} = \frac{10^4 \cdot 0,453 \cdot 0,8 \cdot 0,95}{0,25 \cdot 3,6} = 3825 \text{ м,}$$

де $V = 0,435 \text{ м}^3$ (Д. 14), $\lambda = 0,95$; $\gamma = 0,8 \text{ т/м}^3$; $q = 2,5 \text{ т/га}$ [справочник агронома / П.А. Забазный,]

Тоді $t_{\text{оц}} = \left(2 \cdot \frac{900}{3825}\right) 7,9 = 3,72 \text{ хв}$, а $t_{\text{ц}} = 2 \cdot 900 / 60 \cdot 2,34 + 2 \cdot 105,2 / 60 \cdot 2,34 + 3,72 = 18 \text{ хв} = 0,3 \text{ год.}$

Визначаємо кількість робочих циклів і коефіцієнт τ .

Кількість циклів рахується орієнтовно виходячи з того, що $\tau \approx \tau_{\text{ц}}$ і приблизне значення робочого часу зміни $T_p^{\text{п}} = T_{\text{зм}} \tau_{\text{ц}}$. Коефіцієнт використання циклового часу $\tau_{\text{ц}}$

$$\tau_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} / t_{\text{ц}} = 12,8 / 18 = 0,71,$$

$$\text{а } T_p^{\text{п}} = 7 \cdot 0,71 = 4,97 \text{ год} = 4,97 \cdot 60 = 298,2 \text{ хв.}$$

Тоді орієнтовна кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = T_p^{\text{п}} / t_{\text{рц}} = \frac{298,2}{12,8} = 23,2 \approx 24 \text{ цикли.}$$

$$\text{Час } T_{\text{техн}} = 5 + 8 + 24 \cdot 3,72 + 5 = 107,28 \text{ хв} = 1,79 \text{ год.}$$

$$\text{Підрахуємо значення часу руху агрегату } T_{\text{дв}} = T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{техн}} - T_{\text{то}} - T_{\text{лн}} = 7 - 0,55 - 1,79 - 0,5 - 0,63 = 3,58 \text{ год.}$$

$$\text{Кількість циклів } n_{\text{ц}} = T_{\text{дв}}/t_{\text{ц}} = 3,58/0,3 = 12 \text{ циклів.}$$

Внесемо коректування значення $T_{\text{техн}}$, яке буде дорівнювати $T_{\text{техн}} = 5 + 8 + 12 \cdot 3,72 + 5 = 62,6 \text{ хв} = 1 \text{ год}$, після цього $T_{\text{дв}} = 7 - 0,55 - 1,0 - 0,5 - 0,63 = 4,32 \text{ год.}$

Остаточню кількість циклів буде дорівнювати

$$n_{\text{ц}} = 4,32/0,3 = 14,4 \approx 15 \text{ циклів.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{t_{\text{рц}} n_{\text{ц}}}{T_{\text{змн}}} = \frac{12,8 \cdot 15}{7 \cdot 60} = 0,46.$$

Продуктивність агрегату за зміну

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,36 \cdot 8,45 \cdot 7 \cdot 0,46 = 29,4 \text{ га/зм.}$$

7.4 Завдання для самостійного виконання

Завдання для розрахунку обираємо з таблиці за номером в журналі

Таблиця 7.2

Завдання

№	Трактор	Вид сільськогосподарської машини	
		плуг	Глибина оранки
1	ДТ-75	ПН-5-35	25 см

Продовження таблиці 7.2

2	ДТ-75	ПЛН-5-35	30 см
3	ДТ-75	ПН-4-35	27 см
4	Т-150	ПТК-9-35	30 см
5	ДТ-75	ПЛ-5-35	22 см
6	ДТ-75	ПСГ-3-30А	40 см
7	МТЗ-80	ПН-4-35	25 см
8	Т-150	ППЛ-5-25	22 см
9	ДТ-75	ППл-10-25	25 см
10	ДТ-75	ПН-4-35	22 см

Розрахувати змінну продуктивність агрегату.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Дайте визначення продуктивності МТА.
2. Написати формули для визначення продуктивності МТА.
3. Що відображає коефіцієнт використання ширини захвату агрегату?
4. Які складові входять у рівняння балансу часу зміни?
5. Як визначають коефіцієнт використання часу зміни?
6. Який гектар і трактор вважати за еталонний?
7. Які є основні шляхи підвищення продуктивності МТА?

Тема 8: Експлуатаційні витрати при роботі машинних агрегатів

8.1.Короткі теоретичні відомості

Різні агрегати характеризуються різними техніко-економічними показниками, до яких відносять витрати праці на одиницю виконаної роботи і на одиницю продукції, витрату палива на одиницю роботи, а також питомі експлуатаційні (грошові) витрати на використання агрегату.

Прямі витрати на одиницю виконаної роботи визначають:

$$З_T = \frac{(m_1 + m_2)T_{3M}}{W_{3M}} = \frac{m_1 + m_2}{W_{\text{ч}}}, \quad (8.1)$$

де m_1, m_2 – кількість механізаторів і допоміжних робітників; W_{3M} – годинна продуктивність агрегату (га/год; т/год).

Витрати праці на гектар площі культури розраховують:

$$З_T^{\text{га}} = \sum S_{T_i}, \quad (8.2)$$

де S_{T_i} – прямі витрати праці за усіма роботами, які входять до технології вирощування та збирання даної культури, ч/га.

Тоді витрати праці на одиницю виробленої продукції $З_T^{\text{по}}$ можна визначити:

$$З_T^{\text{по}} = \frac{\sum S_i}{q}, \quad (8.3)$$

де q – врожайність культури, ц/га.

Витрата палива і мастильних матеріалів на одиницю виконаної роботи $G_T^{\text{га}}$ підраховується за формулою:

$$G_T^{\text{га}} = \frac{(G_{\text{тр}}T_p + G_T^x T_x + G_{\text{тх}}t_0)}{W_{3M}}, \quad (8.4)$$

де $G_{\text{тр}}$ – годинна витрата палива під час роботи у борозді, кг/год;

G_T^x – годинна витрата палива під час виконання холостих ходів, кг/год; ($\approx 0,7 \dots 0,9 G_{\text{тр}}$);

$G_{\text{тх}}$ – годинна витрата палива під час роботи двигуна на оборотах холостого ходу, кг/год;

t_0 – час зупинок агрегату з працюючим двигуном, год.

Значення годинних витратів палива

$G_{\text{тх}}, G_{\text{тр}}$ визначаються за табл. 8.1, за тяговими

характеристиками тракторів (Д. 1), або розрахунковим шляхом.

Таблиця 8.1

Орієнтовні значення витрати палива під час роботи агрегату (кг/год)

Марка трактора	На зупинках при холостій роботі двигуна $G_{т0}$	При холостому ході трактора	При холостому ході агрегату G_T^x	При робочому ході агрегату $G_{тр}$
T-130	3,0	8,0...12,0	9,5...15,0	21,0...24,5
T-4A	2,5	8,2...10,5	9,5...13,0	17,0...23,4
T-150	2,5	10,0...12,0	11,5...14,0	22,0...26,5
ДТ-75М	1,9	6,5...8,7	7,5...10,0	14,0...16,5
T-70С	1,2	5,2...7,2	6,0...8,0	11,5...13,5
T-54С	1,1	4,0...5,8	4,6...6,6	8,5...10,4
К-701	3,5	16,5...27,0	19,0...30,0	32,0...51,0
T-150К	2,5	10,0...13,5	11,5...17,0	25,0...30,0
МТЗ-80/82	1,4	5,0...7,0	5,5...8,5	10,5...14,8
ЮМЗ-6Л/6М	1,3	3,3...4,5	4,2...6,5	8,5...11,6
T-25A	0,8	1,5...2,0	2,0...3,0	3,6...4,8
T-16М	0,7	1,8...2,5	2,3...3,0	3,1...3,9

Крім основного палива для роботи тракторів потрібно мастило і бензин для запуску двигуна. Норми їхньої витрати по відношенню до основного палива наведено в табл. 8.2 і 8.3.

Питомі експлуатаційні витрати S_0 на використання МТА за потребою розраховують за залежністю:

$$S_0 = \sum S_a + \sum S_{р\text{тх}} + S_{тзм} + S_{зп}, \quad (8.5)$$

де $\sum S_a$ – сума питомих витрат на амортизацію всіх елементів агрегату, гр./га;

$\sum S_{\text{ртрх}}$ – сума питомих витрат на текучий ремонт, технічне обслуговування і збереження елементів агрегату, гр./га;
 $S_{\text{тзм}}$ – питомі витрати на паливо і мастильні матеріали, гр./га;

$S_{\text{зп}}$ – питомі витрати на основну заробітну плату механізаторів і обслуговуючого персоналу, гр./га.

Питомі витрати на амортизацію елементів агрегату:

$$S_a = S_{\text{ат}} + S_{\text{ам}} + S_{\text{ас}}, \quad (8.6)$$

де $S_{\text{ат}}, S_{\text{ам}}, S_{\text{ас}}$ – питомі витрати на амортизацію відповідно трактора, робочої машини, зчіпки, гр./га.

$$S_{\text{ат}} = \frac{(a_{\text{рт}} + a_{\text{кг}})B_{\text{т}}}{100T_{\text{гт}}W}, \quad (8.7)$$

де $a_{\text{рт}}, a_{\text{кг}}$ – норми річних амортизаційних відрахувань на реновацію і капітальний ремонт трактора, % (Д. 15);

$B_{\text{т}}$ – балансова вартість трактора, грн.;

$T_{\text{гт}}$ – річне завантаження трактора, год (Д. 15).

Аналогічно розраховуються питомі витрати на текучий ремонт і технічне обслуговування всіх елементів агрегату.

$$S_{\text{тсм}} = q_{\text{га}}\text{Ц}_{\text{т}}, \quad (8.9)$$

де $q_{\text{га}}$ – погектарна витрата палива на даній роботі, кг/га;
 $\text{Ц}_{\text{т}}$, - ціна 1 кг палива, грн.

Питомі витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу

$$S_{\text{зп}} = \frac{k_1(k_{\text{к}}m_1f_1 + m_2f_2)k_2}{W_{\text{зм}}}, \quad (8.10)$$

де f_1, f_2 – денні тарифні ставки для оплати праці механізаторів і допоміжних робітників;

k_1, k_2 – коефіцієнти, які враховують нарахування на зарплату;

k_k – коефіцієнт, який враховує доплати за класність.

Значення коефіцієнтів f_1, f_2, k_1, k_2 і k_k приймаються за довідниковими даними.

Таблиця 8.2

Норми витрати паливно-мастильних матеріалів на технічне обслуговування тракторів (у % до основної витрати палива)

Трактор	Дизельне паливо	Газ	Бензин	Олія			Консигентне мастило
				моторна	авто-тракторна	Трансмісійна	
К-701	0,1	0,6	–	4/5,5	0,25/0,2	0,1	0,1
Т-130	0,2	0,2	0,22	4,3/5,1	7	1,0	0,3
Т-150					1,0		
Т-150К	0,2	0,7	0,25	4,5/5,1		–	0,2
ДТ-75М					1,0		
Т-74							
МТЗ-80/82	0,2	0,7	0,25	5/5,9	0,6	0,7	0,2

Примітка: В знаменнику – витрата з урахуванням витрат на гідросистему

Таблиця 8.3

Норми витрати мастил

Марка трактора	Норми витрати мастил, %					
	моторних мастил				Трансмісій- них	Індустріє- них
	групи В ₂		групи Г ₂			
	всього	в тому числі для двигунів	всього	в тому числі для двигунів		
Т-130	-	-	4,1	3,2	0,8	0,1
Т-100М	4,6	3,2	-	-	0,9	0,1
Т-150	-	-	3,6	1,7	0,4	0,02
Т-4А	-	-	4,1	3,2	0,9	0,1

Продовження таблиці 8.3

ДТ-75М	-	-	4,4	3,3	0,9	-
ДТ-75	4,2	2,9	-	-	0,9	-
К-700А	-	-	4,1	2,8	0,4	0,2
К-701	-	-	4,1	2,8	0,4	0,2
Т-150К	-	-	3,5	1,7	0,6	0,4
МТЗ-80	-	-	3,5	2,3	1,0	0,1
МТЗ-82	-	-	3,5	2,3	1,0	0,1
МТЗ-50/52	3,9	2,8	-	-	1,0	0,1
ЮМЗ-6	-	-	4,0	2,8	1,1	0,1
Т-40	4,1	2,3	-	-	1,0	0,1
Т-40А	4,1	2,3	-	-	1,0	0,1
Т-25	4,1	2,3	-	-	0,9	0,1

Самостійно виконати розрахунок з використанням свого індивідуального завдання, виконаного за попередньою темою.

Питання для підготовки до захисту роботи

1. Як визначають експлуатаційні затрати?
2. Дайте класифікацію експлуатаційних затрат.
3. Як визначити погектарну витрату палива, мастильних матеріалів і пускового бензину?
4. Які шляхи зниження експлуатаційних витрат ви знаєте?
5. Шляхи заохочення механізаторів у зниженні витрат палива та енергозатрат

Література

1. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на внесенні добрив, захисті сільськогосподарських культур / І. М. Демчак та ін. К. : НДІ "Укراгропромпродуктивність", 2017. 392 с.
2. Методичні положення та норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур / І. М. Демчак та ін. К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2015 . 176 с.
3. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / І. М. Демчак та ін. К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2014. 272 с.
4. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на обробіток ґрунту І. М. Демчак та ін. К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2014. 584 с.
5. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / І. М. Демчак та ін. К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2014. 184 с.
6. Агеев Л. Е., Бахриев С. Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. М. : Агропромиздат, 1991. 271 с.
7. Гарькавий А. Д., Серета Л. П., Кондратюк О. М. Машиновикористання у рослинництві : навч. посібн. Вінниця. ВДАУ, 2007. 48 с.
8. Головчук А. Ф., Орлов В. Ф., Строков О. П. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки : підручник: у 3 кн. / за ред. А. Ф. Головчука. К. : Грамота, 2003. Кн.1. Трактори. 336 с.
9. Головчук А. Ф., Лімонт А. С., Бондаренко М. Г. Машиновикористання та екологія довкілля : підручник / за ред. А. Ф. Головчука. К. : Грамота, 2007. 360 с.: іл. Бібліогр.: с. 354.

10. Гречкосій В. Д. Довідник сільського інженера / 2-е вид., перероб. і доповнене. К. : Урожай, 1991. 400 с.

ДОДАТКИ

Д.1. Тягові показники тракторів

Трак- тор	Режим експлуа- тації	Показ- ники	Робота на сьорні на передачах				Робота на ґрунті, підготовленому під посів, на передачах		
			1	2	3	4	1	2	3
Т-25 А	При $P_t = 0$	V_p , км/год	6,8	8,55	9,95	12,6	6,75	8,50	9,85
		G_p , кг/год	1,5	1,7	1,8	1,95	1,55	1,80	1,90
		n , хв ⁻¹	1917	1915	1912	1910	1915	1912	1910
	При $N_t = 0,8N_{\text{max}}$	N_t , кВт	9,2	10,3	9,8	9,2	6,85	8,4	8,75
		P_t , кН	5,7	5,2	4,3	3,3	5,0	4,3	3,5
		V_p , км/год	5,8	7,1	8,2	10,0	4,95	7,0	9,0
		δ , %	14,0	12,5	10,0	9,0	19,0	15,0	12,0
		G_p , кг/год	3,7	3,8	3,69	4,0	3,3	3,6	3,9
		N_t , кВт	10,3	11,6	11,1	10,3	7,7	9,45	9,85
	При $N_t = 0,9N_{\text{max}}$	P_t , кН	6,8	6,0	5,0	3,9	5,8	5,0	4,0
		V_p , км/год	5,45	6,95	8,0	9,5	4,8	6,8	8,85
		δ , %	18,0	15,0	12,5	10,0	23,0	19,5	14,5
		G_p , кг/год	4,10	4,20	4,25	4,30	3,6	3,9	4,2
		$N_{\text{тнвс}}$, кВт	11,5	12,9	12,3	11,5	8,55	10,5	9,95
	При $N_t = N_{\text{тнвс}}$	P_t , кН	8,80	7,40	6,0	4,88	7,28	6,32	5,0
		V , км/г	4,7	6,27	7,35	8,5	4,22	5,95	7,15
		r_n	26,0	18,0	6,0	15,5	34,0	26,0	22,0
		δ , %	4,75	4,80	4,70	4,65	4,15	4,40	4,55
		G_p , кг/год	1790	1700	680	1520	1800	1790	1750
	При P_{max}	n , хв ⁻¹	8,4	10,6	1,3	13,1	6,5	8,45	9,25
		N_t , кВт	11,0	8,2	7,1	6,2	9,3	7,8	6,4
		P_{max} , кН	2,75	4,65	5,7	7,6	2,5	3,9	5,2
		V_p , км/год	44,52	24,0	18,5	12,0	51,0	37,0	27,0
		δ , %	2,5	3,4	3,5	3,7	2,7	3,0	3,4
		G_p , кг/год	1400	1360	1340	1310	1420	1380	1360
		n , хв ⁻¹							

Трак- тор	Режим експл.	Показ ники	Робота на стерні на передачах				Робота на ґрунті, Підготовленому під посів на передачах			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Т-40М	При $P_T = 0$	$V_{\text{р.}}$ км/год	7,45	8,80	10,4	12,1	7,4	8,75	12,0	12,0
		n , хв ⁻¹	1940	1935	1930	1925	1930	1925	1920	1915
		$G_{\text{р.}}$ кг/год	2,85	2,90	3,0	3,20	3,3	3,35	3,50	3,8
	При $N_T =$ $= 0,8N_{\text{тmax}}$	N_T , кВт	13,2	15,8	18,3	19,6	12,6	14,4	16,6	17,4
		P_T , кН	8,4	8,3	7,6	6,7	7,5	6,7	6,2	5,7
		$V_{\text{р.}}$ км/год	5,7	6,85	8,65	10,5	6,05	7,75	9,75	11,0
		δ , %	10,0	9,5	8,5	7,5	10,5	9,5	8,5	8,0
		$G_{\text{р.}}$ кг/год	5,6	6,4	7,4	7,6	5,9	6,3	6,8	7,5
		N_T , кВт	14,8	17,8	20,5	22,0	14,1	16,2	18,7	19,6
	При $N_T =$ $= 0,9N_{\text{тmax}}$	P_T , кН	9,6	9,5	8,8	7,6	8,7	8,0	7,0	6,7
		$V_{\text{р.}}$ км/год	5,55	6,75	8,4	10,4	5,85	7,3	9,65	10,5
		δ , %	11,5	11,0	10,0	8,5	12,5	11,5	10,5	9,5
		$G_{\text{р.}}$ кг/год	6,3	7,1	8,3	8,25	6,45	7,2	7,4	8,3
		$N_{\text{тmax}}$, кВт	16,5	19,8	22,8	24,5	15,7	18,0	20,7	21,8
		$P_{\text{тmax}}$, кН	11,5	11,3	10,5	9,0	11,5	10,0	9,0	8,0
	При $N_T =$ $= N_{\text{тmax}}$	$V_{\text{р.}}$, км/г	5,15	6,3	7,8	9,8	4,9	6,5	8,3	9,8
		$P_{\text{н}}$	26,0	24,0	19,0	12,0	29,0	20,0	12,0	11,0
		δ , %	7,5	8,3	9,4	9,3	7,8	8,2	8,7	9,4
		n , хв ⁻¹	1820	1810	1790	1775	1800	1790	1760	1750
		$G_{\text{р.}}$ кг/г	13,0	18,5	17,3	20,0	11,4	16,4	19,6	20,7
		N_T , кВт	15,2	14,2	13,0	10,8	14,2	12,3	11,3	9,5
		$P_{\text{тmax}}$, кН	3,1	4,7	4,8	6,7	2,9	4,8	6,25	7,85
		$V_{\text{р.}}$ км/г	55,0	40,0	31,0	18,0	55,0	38,0	26,0	18,0
		δ , %	9,2	9,5	8,0	8,2	8,9	9,1	8,2	7,4
		$G_{\text{р.}}$ кг/г	1810	1710	1300	1300	1700	1690	1570	1520
		n , хв ⁻¹								
	При $P_{\text{тmax}}$	$V_{\text{р.}}$ км/г								
		$P_{\text{н}}$								
		δ , %								
		n , хв ⁻¹								
		$G_{\text{р.}}$ кг/г								
		n , хв ⁻¹								

Продовження Д.1.

Трак- тор	Режим експлуа- тації	Показ- ник	Робота на стерні на передачах				Робота на ґрунті, підготовленому під посів, на передачах			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Т-40М	При $P_T = 0$	V_p , км/год	7,45	—	10,35	12,1	7,4	8,75	10,0	12,0
		n , хв ⁻¹	1935	1930	1925	1920	1930	1925	1920	1915
		G_p , кг/год	2,9	3,0	3,1	3,3	3,9	4,0	4,1	4,4
		При $N_T =$ $= 0,8N_{\text{тmax}}$								
		N_T , кВт	20,5	22,9	21,5	21,2	17,6	19,0	18,1	17,3
		P_T , кН	11,0	10,2	8,3	7,0	9,7	8,5	7,0	5,7
		V_p , км/год	6,77	8,1	9,35	10,9	6,5	8,1	9,8	10,9
		δ , %	8,0	7,0	5,5	4,5	10,0	8,5	7,0	5,5
		G_p , кг/год	7,1	7,6	7,6	7,4	7,2	7,9	8,6	8,6
		При $N_T =$ $= 0,9N_{\text{тmax}}$								
		N_T , кВт	23,1	25,8	24,1	23,9	19,8	21,3	21,5	19,4
		P_T , кН	12,7	11,7	9,6	8,3	11,3	9,7	8,2	6,8
		V_p , км/год	6,55	7,95	9,05	10,4	6,3	7,9	9,45	10,3
		δ , %	9,5	8,5	7,0	6,0	11,0	10,0	8,5	7,0
		G_p , кг/год	7,7	8,3	8,3	8,3	7,9	8,2	9,0	9,0
		При $N_T =$ $= N_{\text{тmax}}$								
		$N_{\text{тmax}}$, кВт	25,6	28,6	26,9	26,5	22,0	23,7	21,9	21,6
		$P_{\text{об}}$, кН	15,0	14,0	11,5	9,8	13,3	12,2	9,7	8,1
		V , км/год	6,15	7,35	8,40	9,75	5,95	7,0	8,15	9,6
		δ , %	11,0	9,7	9,0	8,0	13,0	12,0	11,0	9,0
		n , хв ⁻¹	1810	1790	1720	1690	1790	1740	1700	1680
		При $P_{\text{тmax}}$								
		G_p , кг/год	9,0	9,45	9,40	9,40	9,3	9,5	9,5	9,5
		N_T , кВт								
		$P_{\text{тmax}}$, кН	17,4	16,3	13,2	11,7	16,0	14,2	12,0	9,5
		V_p , км/год	3,7	5,1	6,35	7,1	2,75	4,3	5,5	6,65
		δ , %	40,0	20,0	14,0	13,0	45,0	23,0	15,0	12,0
		n , хв ⁻¹	1600	1390	1380	1300	1310	1220	1200	1200
		G_T , кг/	8,7	8,0	8,1	8,1	8,5	8,4	7,8	8,1

Продовження Д.1

Трак- тор	Режим експлуатації	Показник	Робота на <u>стерні</u> на передачах								Робота на <u>протопі</u> щодоготовленому під <u>посів</u> , на передачах							
			4	5	7р	6	8р	7	3	4	5	7р	6	8р	3	4	5	7р
МТЗ-80	При $P_T = 0$	$K_{\text{к/год}}$ $n, \text{хв}^{-1}$	9,6	11,4	12,3	13,2	14,6	16,2	4,75	9,5	11,3	12,2	13,1	14,5				
		$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	2370	3367	3365	3360	3357	3360	3358	2355	3350	3345	2340	2340				
	При $N_T = 0,8 N_{\text{тmax}}$	$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,8	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,1				
		$P_{\text{к}}, \text{кН}$	22,8	24,6	23,1	25,6	25,4	24,7	17,5	22,6	22,7	24,9	23,6	22,7				
		$K_{\text{к/год}}$ $n, \text{хв}^{-1}$	10,6	9,7	9,0	8,1	7,2	6,3	9,6	10,0	9,1	8,5	7,6	6,6				
		$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	7,75	9,15	10,1	11,5	12,7	14,2	6,55	8,15	9,0	10,6	11,2	12,5				
		$\delta, \%$	11,0	10,5	9,5	8,0	7,0	6,5	12,0	11,0	10,0	9,0	8,5	7,5				
	При $N_T = 0,9 N_{\text{тmax}}$	$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	11,7	12,0	12,1	12,2	12,4	12,3	10,7	11,5	12,6	12,4	12,9	12,8				
		$P_{\text{к}}, \text{кН}$	25,6	27,6	28,2	28,7	28,6	27,8	19,7	25,4	25,5	25,8	26,5	25,6				
		$K_{\text{к/год}}$ $n, \text{хв}^{-1}$	12,2	11,2	10,3	9,2	8,3	7,2	11,3	11,5	10,5	9,8	8,6	7,5				
		$\delta, \%$	7,55	8,85	9,8	11,2	12,4	13,9	6,25	7,95	8,75	9,5	11,1	12,3				
		$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	12,5	12,0	11,0	10,0	9,0	7,5	13,4	12,5	11,5	10,0	9,5	8,0				
		$N_{\text{тmax}}, \text{кВт}$	12,4	12,7	13,0	13,0	13,1	12,8	11,2	12,3	13,8	13,4	13,3	13,2				
	При $N_T = N_{\text{тmax}}$	$P_{\text{тmax}}, \text{кН}$	28,4	30,7	31,0	31,9	31,8	30,8	21,9	28,2	28,3	28,7	29,5	28,4				
		$P_{\text{тmax}}, \text{кН}$	14,7	13,3	12,2	11,0	9,9	8,4	14,3	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8				
		$K_{\text{к/год}}$ $n, \text{хв}^{-1}$	6,95	8,3	9,15	10,4	11,6	13,2	5,5	6,9	8,35	9,15	10,3	11,6				
		$\delta, \%$	23,0	22,0	19,5	15,5	13,0	11,0	26,5	25,0	23,0	21,0	17,0	14,5				
		$n, \text{хв}^{-1}$	2350	2270	2200	2100	2150	2140	2200	2270	2255	2230	2220	2200				
	При $P_{\text{тmax}}$	$G_{\text{к/год}}$ $N_{\text{к}}, \text{кВт}$	13,5	14,1	13,9	13,5	13,4	13,4	12,9	14,3	14,9	14,9	14,9	14,6				
		$P_{\text{тmax}}, \text{кН}$	23,7	28,1	25,4	27,1	23,0	25,8	11,5	17,2	17,1	21,7	23,0	21,9				
		$\delta, \%$	19,4	17,6	15,4	14,9	12,6	11,5	16,6	5,8	14,7	14,7	11,9	10,1				
		$K_{\text{к/год}}$ $n, \text{хв}^{-1}$	4,4	5,75	5,95	6,55	6,6	8,0	2,5	3,9	5,3	5,3	6,95	7,8				
		$\delta, \%$	41,0	28,0	24,0	17,0	12,5	11,0	62,0	44,0	33,0	33,0	18,0	14,0				
		$n, \text{хв}^{-1}$	1850	1650	1500	1450	1380	1300	1980	1720	1650	1650	1510	1470				
		$G_{\text{к/год}}$	13,0	11,2	11,0	11,4	11,0	10,7	14,8	12,2	11,7	11,7	11,3	10,6				

Продолжения Д.1

Трактор	Режим эксплуатации	Показник	Трактор МТЗ-80						Трактор МТЗ-82					
			Работа на горючку, подготовленную для посева, на передачах						Работа на горючке, подготовленном под посев, на передачах					
			2	3	4	5	6		2	3	4	5	6	
МТЗ-80 МТЗ-82	При $P_t = 0$	$V_{\text{ср}}, \text{ км/год}$ $n_{\text{ср}}, \text{ об}^{-1}$	4,5	7,5	9,3	11,0	12,8		4,55	7,7	9,4	11,2	12,9	
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	5,5	6,4	7,3	7,8	8,4		5,2	6,0	6,8	7,0	7,6	
		$N_t, \text{ кВт}$ $P_t, \text{ кВт}$	6,4	10,0	12,9	13,5	12,3		8,8	12,4	17,4	17,5	16,2	
	При $N_t = 0,8N_{\text{сmax}}$	$V_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	6,6	6,8	6,0	5,0	3,9		8,2	8,3	7,6	6,0	4,9	
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	3,5	5,3	7,8	9,8	11,4		3,9	5,4	8,25	10,5	11,9	
		$\delta, \%$	17,0	14,0	11,0	9,0	5,5		9,0	8,5	7,0	5,5	3,0	
	При $N_t = 0,9N_{\text{сmax}}$	$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	9,0	9,6	10,0	10,4	11,0		9,6	10,9	11,1	11,3	11,7	
		$N_t, \text{ кВт}$ $P_t, \text{ кВт}$	7,2	11,2	14,5	45,2	13,8		9,9	13,9	19,6	19,7	18,3	
		$V_{\text{ср}}, \text{ км/год}$ $\delta, \%$	7,9	8,0	7,0	5,8	4,5		9,7	9,9	9,0	7,0	5,8	
	При $N_t = N_{\text{сmax}}$	$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	3,3	5,0	7,4	9,4	11,0		3,7	5,05	7,85	10,1	11,3	
		$N_t, \text{ кВт}$	19,5	20,0	14,5	11,0	8,0		13,5	13,0	9,0	6,0	3,5	
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	9,7	10,9	11,0	11,4	12,1		10,8	12,2	12,4	12,7	13,2	
		$N_{\text{сmax}}, \text{ кВт}$	8,0	12,7	16,1	16,9	15,4		11,0	15,5	21,8	21,9	20,3	
		$P_{\text{тс.с}}, \text{ кВт}$	9,9	10,1	8,9	7,1	5,6		12,5	12,0	10,6	9,0	7,2	
	При $P_{\text{сmax}}$	$V_{\text{ср}}, \text{ км/год}$ $\delta, \%$	2,9	4,6	6,5	8,6	9,9		3,5	4,65	7,4	8,75	10,1	
		$n_{\text{ср}}, \text{ об}^{-1}$	29,0	27,0	23,0	17,0	10,0		24,0	22,0	13,0	10,0	6,0	
		$N_t, \text{ кВт}$	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/кг}$	10,8	13,4	13,7	13,9	14,2		12,0	13,6	13,8	14,1	14,6	
		$N_t, \text{ кВт}$	5,9	8,9	11,9	14,4	13,2		9,6	13,6	16,1	19,2	18,4	
	При $P_{\text{сmax}}$	$P_{\text{сmax}}, \text{ кВт}$	12,1	12,7	12,1	9,0	6,7		15,0	14,8	14,7	11,8	8,3	
		$V_{\text{ср}}, \text{ км/кг}$	1,75	2,5	3,55	5,8	7,1		2,3	3,3	3,95	5,85	7,95	
		$\delta, \%$	55,0	60,0	55,0	26,0	12,0		48,0	42,0	41,0	20,0	8,0	
		$n_{\text{ср}}, \text{ об}^{-1}$	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	12,5	12,3	12,4	12,7	12,8		13,8	13,6	13,1	13,4	13,5	

Продовження Д.1

Трак-тор	Режим експлуатації	Показник	Робота на старні на передачах								Робота на ґрунті, підготовленому під посів, на передачах						
			2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7		
МТЗ-82	При $P_T = 0$	$V_{ср}$, км/год	4,55	7,7	9,45	11,2	13,1	16,0	19,0	4,5	7,65	9,40	11,1	13,0	15,9		
		n , хв ⁻¹	2350	2345	2340	2335	2330	2325	2320	2345	2340	2335	2330	2325	2320		
	При $N_T = 0,8N_{чмах}$	$G_{ср}$, кг/год	4,6	4,8	5,4	5,8	6,2	6,5	6,8	4,8	4,9	5,6	5,9	6,4	6,7		
		$N_{ср}$, кВт	14,7	23,3	25,7	26,7	27,0	27,0	24,8	12,9	20,9	22,9	23,7	23,3	23,2		
	При $N_T = 0,9N_{чмах}$	$P_{ср}$, кВт	14,5	12,8	11,60	9,0	7,8	6,3	5,2	13,5	11,8	10,7	8,8	7,35	5,4		
		δ , %	3,65	6,6	8,4	10,7	12,5	15,4	17,1	3,45	6,35	7,7	9,7	11,4	15,5		
		$G_{ср}$, кг/год	18,0	12,5	10,5	9,0	7,5	7,0	6,0	15,0	12,5	12,0	10,5	9,0	8,0		
		$N_{ср}$, кВт	7,35	10,5	11,4	11,7	12,0	11,5	13,3	7,9	10,9	11,8	12,5	12,3	12,6		
		$P_{ср}$, кВт	16,6	26,2	28,9	30,0	30,4	30,4	27,9	14,5	23,5	25,8	26,7	26,2	26,0		
		$V_{ср}$, км/год	18,0	14,7	12,6	10,6	9,0	7,6	6,10	15,7	14,0	12,3	10,1	8,7	6,5		
МТЗ-82	При $N_T = N_{чмах}$	δ , %	3,3	6,4	8,25	10,2	12,1	14,4	16,5	3,3	6,05	7,55	9,5	10,8	14,5		
		$G_{ср}$, кг/год	22,5	14,5	12,5	10,0	8,5	7,5	6,5	20,0	15,5	13,5	12,0	10,0	8,5		
		$N_{ср}$, кВт	7,8	11,5	13,1	13,1	13,2	13,8	14,6	8,4	12,3	13,5	14,1	14,3	14,0		
		$P_{ср}$, кВт	18,4	29,1	32,1	33,3	33,8	33,8	31,0	16,1	26,1	28,6	29,6	29,1	28,9		
		$V_{ср}$, км/год	21,1	17,9	15,0	13,1	11,5	9,7	7,7	19,6	18,1	15,4	13,7	11,2	9,0		
		δ , %	3,1	5,85	7,7	9,15	10,6	12,5	14,5	2,95	5,2	6,7	7,8	9,35	11,6		
		n , хв ⁻¹	29,5	20,5	14,5	12,5	10,5	9,5	7,5	35,0	28,5	19,5	15,5	12,5	10,5		
		$G_{ср}$, кг/год	9,3	13,6	14,5	14,1	14,1	13,1	12,8	9,4	14,8	14,3	13,8	13,5	13,0		
		$N_{ср}$, кВт	23,00	22,0	22,0	21,80	21,20	20,00	19,20	23,15	22,10	20,20	19,20	19,10	18,90		
		$V_{ср}$, км/год	14,1	25,8	13,6	28,0	24,5	23,2	25,6	6,4	24,1	25,0	29,4	26,6	24,7		
	При $R_{ср} = 0,001$	$N_{ср}$, кВт	24,2	22,0	19,6	15,3	13,8	11,6	8,4	25,5	21,8	18,6	15,8	13,2	10,0		
		$P_{ср}$, кВт	21,1	4,2	2,5	6,6	6,4	7,2	11,0	0,9	4,0	5,0	6,75	7,3	8,9		
		$V_{ср}$, км/год	57,0	33,0	25,0	14,8	13,11	10,9	7,40	74,0	46,0	30,0	20,0	14,0	11,0		
		δ , %	2330	1800	1120	1550	300	1160	1400	2300	1780	1490	1370	1220	1280		
		n , хв ⁻¹	10,0	12,2	9,0	10,7	9,7	10,0	10,4	10,8	13,4	11,7	11,4	10,8	10,3		

Продовження Д.1.

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на сідні на передачах				Робота на полі, на передачах			
			2	3	4	5	2	3	4	5
МТЗ-80X	При $P_T = 0$	$V_{\text{до}}$ км/год	4,4	7,45	9,10	10,7	4,35	7,40	9,05	10,5
		$n, \text{хв}^{-1}$	2340	2330	2325	2320	2335	2325	2320	2315
		$G_{\text{до}}$ кг/год	4,3	4,6	5,1	5,7	5,3	6,0	6,3	6,8
		При $N_L = 0,8N_{\text{мах}}$								
		$N_{\text{до}}$ кВт	13,5	23,1	28,3	29,9	11,1	18,2	24,2	24,6
		P_D кН	14,3	13,7	12,7	11,3	12,0	11,1	1,0	9,6
		$V_{\text{до}}$ км/год	3,4	6,1	8,0	9,45	3,3	5,9	7,9	9,2
		$\delta, \%$	14,0	11,0	8,0	6,5	18,0	14,0	10,0	7,5
		$G_{\text{до}}$ кг/г	8,3	10,4	10,9	11,6	6,9	8,7	11,3	11,9
		При $N_L = 0,9N_{\text{мах}}$								
		$N_{\text{до}}$ кВт	15,1	26,0	31,8	33,6	12,5	20,4	27,2	27,7
		P_D кН	16,5	16,0	15,3	13,1	14,0	13,5	13,5	11,0
		$V_{\text{до}}$ км/г	3,2	5,85	7,5	9,25	3,2	5,45	7,25	9,05
		$\delta, \%$	21,5	16,0	12,0	10,0	23,0	20,0	14,0	11,5
		$G_{\text{до}}$ кг/г	8,6	11,0	11,7	12,6	7,5	10,0	12,0	12,5
		При $N_L = N_{\text{мах}}$								
		$N_{\text{мах}}$ кВт	16,8	28,9	35,4	37,4	13,8	22,7	30,2	30,8
		$P_{T_{\text{в-3}}}$ кН	19,5	19,3	17,8	15,6	16,5	16,0	16,0	13,5
		$V_{D_{\text{в-3}}}$ км/г	3,1	5,4	7,15	8,6	3,0	5,1	6,8	8,2
		$\delta, \%$	25,0	23,0	17,0	13,0	30,0	29,0	22,0	18,0
		$n, \text{хв}^{-1}$	2220	2200	2190	2180	2290	2260	2235	2210
		$G_{\text{до}}$ кг/г	9,0	12,2	13,0	13,5	9,8	12,1	13,8	13,85
		При $P_{\text{мах}}$								
		$N_{\text{до}}$ кВт	15,2	24,3	28,3	30,5	11,1	19,4	25,0	26,2
		$P_{\text{мах}}$ кН	26,0	24,0	20,0	18,0	20,5	20,5	18,0	16,0
		$V_{\text{до}}$ км/г	2,1	3,65	5,1	6,1	1,95	3,4	5,00	5,9
		$\delta, \%$	40,0	36,0	23,5	17,5	50,0	45,0	31,0	23,5
		$n, \text{хв}^{-1}$	1850	1780	1700	1630	2010	1930	1860	1710
		$G_{\text{до}}$ кг/г	9,4	13,2	15,0	13,4	10,0	11,2	12,5	12,5

Продовження Д.1

Трак- тор	Режим експлуа- тації	Показ- ники	Робота на стерні на передачах				Робота на полі, щоготовленому під посів, на передачах			
			5р	1	2	3	5р	1	2	3
ЮМЗ- 6КМ	При $P_i = 0$	$V_{до}$, км/г	7,25	8,05	9,5	11,7	7,20	8,0	9,45	11,6
		n , хв ⁻¹	1860	1855	1850	1845	1850	1845	1840	1835
		$G_{до}$, кг/г	3,3	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	3,7	4,0
		N_i , кВт	20,0	20,3	21,9	22,4	17,9	18,8	19,9	19,5
	При $N_i =$ $= 0,8N_{max}$	P_i , кН	12,0	11,4	10,1	8,0	11,5	10,5	9,1	7,1
		$V_{до}$, км/г	6,0	6,4	7,8	10,1	5,6	6,45	7,9	9,9
		δ , %	11,5	10,5	9,0	7,0	14,0	13,5	11,5	9,0
		n , хв ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—
		$G_{до}$, кг/г	7,8	9,0	9,6	9,5	8,4	9,1	9,4	9,8
		N_i , кВт	22,5	22,8	24,7	25,1	20,2	21,2	22,4	21,9
		P_i , кН	13,8	13,4	11,8	9,4	13,5	12,4	10,6	8,2
		$V_{до}$, км/г	5,85	6,15	7,55	9,6	5,4	6,2	7,6	9,6
		δ , %	13,5	12,1	10,5	8,0	16,5	15,8	13,5	10,5
	При $N_i =$ $= N_{max}$	n , хв ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—
		$G_{до}$, кг/г	8,8	10,0	10,6	10,7	9,5	9,9	10,4	10,3
		N_{max} , кВт	25,0	25,4	27,4	28,0	22,4	23,5	24,9	24,4
		$P_{T_{в.с}}$, кН	16,5	15,1	13,9	11,2	15,2	14,1	12,8	9,9
	При P_{max}	$V_{до,с}$, км/г	5,45	6,05	7,1	9,0	5,3	6,0	7,0	8,85
		δ , %	20,0	19,0	16,5	13,0	24,0	22,0	19,0	15,5
		n , хв ⁻¹	1750	1720	1660	1630	1780	1760	1700	1660
		$G_{до}$, кг/г	10,1	11,4	11,4	11,6	11,3	11,2	11,6	11,6
		N_i , кВт	22,6	23,2	24,7	27,1	14,7	17,7	21,2	20,5
		P_{max} , кН	18,7	17,6	16,3	13,7	17,5	16,7	15,9	11,9
		$V_{до}$, км/г	4,35	4,75	5,45	7,1	3,0	3,8	4,8	6,2
		δ , %	30,0	27,0	19,5	11,5	47,0	30,0	22,5	16,2
		n , хв ⁻¹	1600	1600	1320	1260	1280	1240	1200	1160
		$G_{до}$, кг/г	10,8	10,6	10,2	10,9	11,0	11,0	10,3	10,0

Продовження Д.1

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на стерні на передачах				Робота на полі, підготовленому під посів, на передачах			
			XVI I	XVIII	XIX	XX	XVII	XVIII	XIX	XX
МТЗ-100	При $P_t = 0$	$V_{до}$, км/г	8,8	10,8	13,1	15,9	8,75	10,7	13,0	15,8
		n , хв^{-1}	2310	2305	2300	2295	2300	2295	2290	2285
		$G_{до}$, кг/г	6,0	6,5	6,9	8,0	6,5	7,0	8,0	9,3
	При $N_t = 0,8N_{\text{max}}$	$N_{до}$, кВт	31,6	35,61	38,0	36,8	19,4	21,8	25,1	26,5
		P_t , кН	14,0	3,1	11,3	8,9	8,5	8,2	8,0	7,0
		$V_{до}$, км/г	8,1	9,8	12,1	14,9	8,2	9,55	11,3	13,6
		δ , %	9,5	9,0	8,0	5,0	12,5	11,0	10,0	9,5
	При $N_t = 0,9N_{\text{max}}$	$G_{до}$, кг/г	9,5	11,1	13,8	14,8	10,3	12,1	15,0	17,8
		$N_{до}$, кВт	35,5	40,0	42,8	40,4	21,8	24,6	28,3	29,8
		P_t , кН	17,2	15,7	13,7	10,4	10,2	10,5	9,5	8,2
		$V_{до}$, км/г	7,45	9,15	11,2	14,0	7,7	8,45	10,7	12,6
		δ , %	11,0	10,0	9,0	6,0	17,0	18,0	15,0	12,0
	При $N_t = N_{\text{max}}$	$G_{до}$, кг/г	11,1	12,5	15,2	16,0	11,2	14,0	17,0	17,5
		N_{max} , кВт	39,5	4,5	47,6	46,0	24,2	27,3	31,4	33,1
		$P_{\text{тр},j}$, кН	20,5	19,5	16,5	12,6	13,7	13,5	12,0	10,3
		$V_{до,j}$, км/г	6,95	8,2	10,3	13,1	6,45	7,3	9,4	11,6
		δ , %	15,0	12,0	10,0	8,0	30,0	28,0	21,0	17,0
	При P_{max}	n , хв^{-1}	2260	2200	2125	2100	2270	2220	2160	1900
		$G_{до}$, кг/ч	13,6	16,9	16,3	16,1	13,5	16,5	17,6	16,5
		$N_{до}$, кВт	34,5	43,0	45,0	41,0	16,5	24,0	26,5	27,0
		P_{max} , кН	23,5	22,0	20,0	15,0	17,5	15,0	13,6	11,5
		$V_{до}$, км/г	5,3	7,0	8,1	9,85	3,4	5,75	7,0	8,45
		n , хв^{-1}	2200	2000	1690	1550	2220	2200	1900	1500
		δ , %	32,0	20,0	15,0	10,0	60,0	39,0	29,0	20,0
		$G_{до}$, кг/г	16,2	16,0	15,1	14,9	16,2	17,8	16,9	16,0

Продовження Д.1

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на стерні на передачах					Робота на полі, підготовленому під посів, на передачах				
			XIII	XVII	XVIII	XIX	VIII	XIII	XVII	XVIII	XIX	
MT3-102	При $P_T = 0$	U_0 , км/год	6,85	8,70	10,7	13,0	5,45	6,80	8,65	10,65	12,9	
	При $N = 0,8N_{\max}$	n , хв ⁻¹	2190	2185	2180	2175	2185	2180	2175	2170	2165	
		$G_{\text{гр}}$, кг/год	7,3	7,4	7,5	7,7	6,9	7,4	8,0	8,7	9,2	
		P_{10} , кН	30,5	36,9	38,9	40,0	20,0	24,0	27,3	31,2	28,9	
	При $N = 0,9N_{\max}$	U_0 , км/год	18,3	17,1	14,3	11,8	15,0	14,0	12,7	12,1	8,8	
		δ , %	6,0	7,8	9,8	12,3	4,85	6,2	7,75	9,3	11,8	
		$G_{\text{гр}}$, кг/год	12,0	11,0	9,0	8,0	12,5	12,5	11,0	10,6	8,0	
	При $N = 0,9N_{\max}$	$N_{\text{вн}}$, кВт	13,7	14,8	15,3	16,0	11,2	12,5	13,0	15,2	16,1	
		P_{10} , кН	34,4	41,5	43,8	45,0	22,5	27,0	30,7	35,1	32,5	
		V_{10} , км/ч	21,0	19,6	16,8	13,5	17,2	16,5	14,6	14,0	10,3	
	При $N = N_{\max}$	δ , %	5,85	7,6	4,4	12,0	4,70	5,90	7,55	9,0	11,3	
		$G_{\text{гр}}$, кг/год	14,0	12,0	10,5	9,0	16,0	15,6	12,5	11,0	9,0	
		$N_{\text{вн}}$, кВт	14,3	16,0	16,2	17,5	12,0	13,2	14,0	16,5	17,4	
	При $P_{\text{вн}}$	$P_{T_{\text{вн}}}$, кВт	38,2	46,1	48,6	50,0	25,0	30,0	34,1	39,0	36,1	
		U_0 , км/год	25,0	23,2	19,8	15,6	20,2	19,5	18,2	16,5	12,5	
		δ , %	5,5	7,2	8,85	11,5	4,45	5,60	6,75	8,50	10,5	
	При $P_{\text{вн}}$	U_0 , км/год	21,0	18,0	13,0	10,0	23,0	22,0	17,5	15,0	10,0	
		δ , %	22,40	22,10	21,40	21,20	21,60	21,20	21,90	21,20	20,90	
		n , хв ⁻¹	16,1	18,4	18,3	18,3	13,1	14,5	16,3	18,0	17,6	
	При $P_{\text{вн}}$	$G_{\text{гр}}$, кг/год	34,1	40,0	47,2	48,0	21,3	28,0	32,5	38,1	33,2	
		$N_{\text{вн}}$, кВт	28,8	26,0	21,9	17,9	22,1	20,0	21,0	18,1	14,7	
		$P_{\text{вн}}$, кН	4,25	5,55	7,75	9,65	3,50	5,0	5,6	8,30	8,95	
	При $P_{\text{вн}}$	U_0 , км/год	2190	1860	1930	1880	2130	2110	2140	1930	1730	
		n , хв ⁻¹	35,0	24,0	15,0	12,0	35,0	24,0	27,0	17,0	13,0	
		δ , %	18,2	16,5	17,1	16,8	14,2	14,7	18,0	17,8	16,3	
	При $P_{\text{вн}}$	$G_{\text{гр}}$, кг/год										
	При $P_{\text{вн}}$											

Продовження Д.1

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на сьтерні на передачах				Робота на полі, підготовленому під посів, на передачах			
			9	10	11	12	9	10	11	12
MT3-142	При $P_T = 0$	$V_{\text{ср}}, \text{км/год}$	9,15	11,5	14,3	17,5	9,1	11,3	14,1	17,3
	При $N_T = 0,8N_{\text{фнал}}$	$n, \text{хв}^{-1}$	2180	2175	2170	2165	2175	2170	2165	2160
		$G_{\text{ср}}, \text{кг/год}$	8,8	9,2	9,5	10,6	9,2	9,5	10,7	11,4
		$N_{\text{ср}}, \text{кВт}$	45,9	52,3	59,1	57,8	42,7	46,6	45,6	39,8
		$P_{\text{тс}}, \text{кН}$	21,0	20,0	17,0	14,0	19,0	17,0	13,4	9,7
	При $N_T = 0,9N_{\text{фнал}}$	$V_{\text{ср}}, \text{км/год}$	7,9	9,50	12,5	14,8	8,1	9,9	12,3	14,8
		$\delta, \%$	13,5	13,0	12,0	10,0	13,5	12,5	12,0	9,0
		$G_{\text{ср}}, \text{кг/год}$	19,3	23,0	24,1	24,3	21,4	22,8	22,9	22,8
		$N_{\text{ср}}, \text{кВт}$	51,6	59,0	66,5	65,3	45,7	52,4	51,3	44,6
		$P_{\text{тс}}, \text{кН}$	24,3	23,0	20,0	16,5	21,1	20,0	15,5	11,3
	При $N_T = N_{\text{фнал}}$	$V_{\text{ср}}, \text{км/год}$	7,6	9,25	12,0	14,2	7,8	9,4	11,9	14,2
		$\delta, \%$	16,0	17,0	13,0	12,0	17,0	15,0	13,0	10,5
		$G_{\text{ср}}, \text{кг/год}$	22,3	25,8	26,0	26,1	22,1	25,2	25,3	24,6
		$N_{\text{ср}}, \text{кВт}$	57,4	71,1	73,8	72,2	50,8	58,2	57,0	48,5
MT3-142	При $P_{\text{свал}}$	$P_{\text{тс-свал}}, \text{кН}$	30,4	29,4	23,0	19,1	25,8	23,6	18,2	12,8
		$V_{\text{ср-свал}}, \text{км/год}$	6,8	8,70	11,55	13,6	7,1	8,9	11,3	13,7
		$\delta, \%$	22,5	20,5	15,0	13,0	23,0	18,0	13,5	11,0
		$n, \text{хв}^{-1}$	2140	2120	2040	1950	2160	2120	2010	1910
	При $P_{\text{свал}}$	$G_{\text{ср}}, \text{кг/год}$	24,3	27,4	27,6	27,5	24,0	26,1	26,2	26,3
		$N_{\text{ср}}, \text{кВт}$	55,3	70,2	67,1	69,0	48,4	55,3	53,1	46,4
		$P_{\text{свал}}, \text{кН}$	32,0	30,0	25,9	20,7	27,7	25,4	21,3	15,9
		$V_{\text{ср}}, \text{км/год}$	6,2	8,45	9,35	12,0	6,3	7,85	9,0	10,5
	При $P_{\text{свал}}$	$n, \text{хв}^{-1}$	2000	1990	1790	1710	2010	2000	1820	1760

Продовження Д. 1

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на <u>стерні</u> на передачах					Робота на полі, підготовленому під посів, на передачах				
			9	10	11	12	9	10	11	12		
			9	10	11	12	9	10	11	12		
ЛТЗ-145	При $P_T = 0$	K_{60} , км/год	8,35	9,9	12,5	15,5	8,3	9,85	12,4	15,4		
		n , хв ⁻¹	1980	1975	1970	1965	1975	1970	1965	1960		
	При $N_T = 0,8N_{\text{смах}}$	G_{60} , кг/год	7,1	7,4	7,6	7,9	7,4	8,0	8,7	9,6		
		N_{60} , кВт	45,1	53,9	62,6	62,2	35,1	41,1	48,2	51,3		
		P_{60} , кВт	20,6	20,2	20,0	15,8	16,0	15,7	15,0	12,6		
		K_{60} , км/год	7,9	9,6	11,3	14,2	7,9	9,4	11,5	14,7		
	При $N_T = 0,9N_{\text{смах}}$	δ , %	11,0	10,5	10,0	9,0	12,5	11,5	10,5	9,0		
		G_{60} , кг/год	18,6	21,4	20,8	21,9	18,7	19,1	20,6	21,1		
		N_{60} , кВт	50,7	60,7	70,3	69,9	39,5	46,2	54,3	57,8		
		P_{60} , кВт	23,7	24,2	24,0	18,3	18,3	18,0	17,8	14,9		
	При $N_T = N_{\text{смах}}$	K_{60} , км/год	7,7	9,0	10,6	13,8	7,75	9,2	11,0	14,0		
		δ , %	13,5	13,0	12,5	11,0	14,5	13,5	13,0	10,0		
		G_{60} , кг/год	21,5	23,6	24,4	22,0	21,4	22,0	22,3	22,4		
		$N_{\text{смах}}$, кВт	56,4	67,5	78,2	77,7	43,9	51,4	60,4	64,3		
	При $P_{\text{смах}}$	$P_{T_{60,3}}$, кВт	29,4	28,9	27,0	20,8	23,0	22,5	21,1	18,2		
		$K_{\text{смах}}$, км/год	6,9	8,4	10,2	13,4	6,85	8,2	10,3	12,8		
		δ , %	19,0	18,3	17,0	13,0	24,0	22,5	19,0	14,5		
		n , хв ⁻¹	1900	1870	1805	1770	1930	1910	1850	1710		
	При $P_{\text{смах}}$	G_{60} , кг/год	26,1	26,4	26,3	26,2	25,1	25,3	25,2	25,1		
		N_{60} , кВт	52,1	65,2	75,3	73,2	39,8	47,1	56,4	58,7		
		$P_{\text{смах}}$, кВт	35,2	32,1	30,3	23,8	27,2	26,0	23,7	21,3		
		K_{60} , км/год	5,35	7,3	8,95	11,0	5,25	6,50	8,30	9,9		
	При $P_{\text{смах}}$	n , хв ⁻¹	1880	1860	1780	1540	1890	1850	1710	1220		
		δ , %	35,0	23,0	20,0	13,5	42,0	32,0	22,5	18,0		
			G_{60} , кг/год	24,1	23,2	23,7	23,8	21,4	22,2	21,4	21,7	

Протоколення Д. /

Трактор	Режим експлуатації	Показники	Робота на <u>стерні</u> на передачах				Робота на полі, підготовленому під посів, на передачах			
			Пр2п	Пр3п	Пр4п	Шпр1п	Пр2п	Пр3п	Пр4п	Шпр1п
Т-150К	При $P_T = 0$ При $N_T = 0,8N_{\text{мах}}$	V_D , км/год	8,6	10,2	13,4	16,8	8,55	10,1	13,0	16,6
		n , хв ⁻¹	2260	2255	2250	2245	2250	2240	2235	2230
		G_0 , кг/г.о.д	9,75	10,4	11,5	12,1	10,8	11,0	11,9	13,9
		$N_{\text{мах}}$, кВт	62,7	64,0	70,0	67,5	46,7	51,4	59,2	56,0
	При $N_T = 0,9N_{\text{мах}}$	P_T , кН	30,5	25,9	21,9	17,6	24,0	21,5	18,2	14,4
		V_D , км/год	7,4	8,9	11,5	13,8	7,0	8,6	11,7	14,0
		δ , %	8,0	7,5	6,0	4,5	8,0	6,2	5,0	4,0
		G_0 , кг/г.о.д	25,4	25,8	26,5	26,8	23,6	24,6	26,0	26,8
	При $N_T = N_{\text{мах}}$	$N_{\text{мах}}$, кВт	70,6	72,1	77,1	76,1	52,1	57,9	65,9	62,9
		P_T , кН	35,3	30,2	25,0	20,6	28,0	24,8	20,8	16,4
		V_D , км/год	7,2	8,6	11,1	13,3	6,7	8,4	11,4	13,8
		δ , %	9,5	8,0	6,5	5,0	11,0	8,5	6,0	4,5
	При $N_T = N_{\text{мах}}$	G_0 , кг/г.о.д	27,6	28,4	28,6	28,9	25,7	26,7	27,8	28,6
		$N_{\text{мах}}$, кВт	80,1	83,5	91,6	90,4	63,0	69,5	77,2	75,6
		$P_{T_{\text{в.с}}}$, кН	41,6	35,8	31,4	26,9	37,2	30,9	25,5	21,1
		$V_{\text{в.с.}}$, км/год	7,0	8,4	10,5	12,1	6,1	8,1	10,9	12,9
	При $P_{\text{мах}}$	δ , %	13,0	9,5	8,2	7,0	23,0	14,0	8,8	6,0
		n , хв ⁻¹	2120	2040	1920	1770	2090	2070	2000	1900
		G_0 , кг/г.о.д	29,7	29,8	29,3	29,7	30,3	29,9	29,8	29,7
		$N_{\text{мах}}$, кВт	56,7	69,5	78,0	86,6	46,5	57,7	70,0	71,3
	При $P_{\text{мах}}$	$P_{\text{мах}}$, кН	49,5	40,3	34,1	28,4	43,8	38,0	30,3	24,1
		V_D , км/г.о.д	4,1	6,2	8,2	11,0	3,8	5,5	8,3	10,6
		n , хв ⁻¹	31,5	12,0	9,0	7,5	41,0	24,8	13,2	8,0
		δ , %	1580	1560	1520	1680	1700	1590	1600	1500
	При $P_{\text{мах}}$	G_0 , кг/г.о.д	27,0	26,8	26,0	28,7	28,6	27,2	27,4	27,4

Продовження Д.1.

Трактор	Режим експлуатації	Показник	Робота на <u>середні</u> на передачах					Робота на <u>гвинті</u> , підготовленому під посів на <u>перелачах</u>									
			Пр1п	ШПр1п	Пр2п	ШПр2п	Пр3п	ШПр3п	Пр1п	ШПр1п	Пр2п	ШПр2п	Пр3п	ШПр3п	Пр3п	ШПр3п	ШПр3п
			8,05	8,95	9,7	10,65	11,6	12,9	8,0	8,9	9,6	10,6	11,5	12,8			
К-701	При $P_T = 0$	$U_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	2150	2145	2140	2135	2130	2125	2140	2135	2130	2125	2120	2115			
		$n, \text{ хв}^{-1}$	23,5	24,3	25,1	26,2	27,0	28,1	24,6	26,2	27,3	28,4	29,2	30,6			
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	88,0	98,2	104,0	109,1	114,0	114,1	87,1	97,0	99,0	100,0	99,0	96,3			
		$N_{\text{ср}}, \text{ кВт}$	49,5	46,4	43,2	38,6	37,0	33,4	44,4	44,1	40,4	36,3	33,4	28,6			
		$P_T, \text{ кВт}$	6,4	7,6	8,65	10,2	11,1	12,2	7,0	7,9	8,8	9,9	10,7	12,1			
	При $N_{\text{ср}} = 0,9 N_{\text{сmax}}$	$U_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	8,0	7,5	6,5	6,0	5,0	3,5	10,0	9,0	7,5	6,5	5,5	4,0			
		$\delta, \%$	40,9	41,7	42,2	43,7	45,0	44,0	42,1	43,7	44,2	44,6	44,8	44,2			
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	99,0	110,5	117,0	123,0	128,4	128,5	98,0	109,2	111,0	122,3	111,0	109,5			
		$N_{\text{ср}}, \text{ кВт}$	57,2	54,8	53,2	47,6	47,0	39,6	54,8	52,5	47,1	46,2	39,8	34,0			
		$P_T, \text{ кВт}$	6,2	7,25	7,9	9,45	9,9	11,7	6,45	7,5	8,45	9,5	10,1	11,5			
	При $N_{\text{ср}} = N_{\text{сmax}}$	$U_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	12,5	11,5	10,0	8,5	6,0	4,5	13,5	11,5	10,5	8,5	7,0	6,0			
		$\delta, \%$	45,2	45,7	46,6	47,1	48,6	47,1	45,0	46,9	47,1	47,6	47,4	47,1			
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	110,0	123,0	130,0	136,7	142,8	142,6	109,0	121,5	123,5	125,0	133,5	120,5			
		$N_{\text{ср}}, \text{ кВт}$	71,0	66,5	64,5	60,0	55,3	48,5	65,0	62,5	57,1	52,3	47,4	41,8			
		$P_T, \text{ кВт}$	5,6	6,65	7,3	8,2	9,3	10,6	6,05	7,0	7,8	8,6	9,4	10,5			
	При $P_{\text{сmax}}$	$U_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	24,0	18,5	16,5	13,5	10,0	7,0	19,5	15,4	12,5	10,0	9,0	8,0			
		$\delta, \%$	1970	1960	1940	1930	1900	1890	2010	1990	1970	1920	1900	1890			
		$n, \text{ хв}^{-1}$	47,9	50,8	52,0	53,7	54,0	51,6	52,3	55,1	54,6	53,7	53,6	53,00			
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	87,5	87,4	100,7	110,2	133,1	110,4	93,7	89,6	92,0	100,7	100,5	100,0			
		$N_{\text{ср}}, \text{ кВт}$	90,0	85,1	78,4	70,0	67,0	57,0	82,4	76,0	67,6	62,5	58,4	51,0			
	При $P_{\text{сmax}}$	$U_{\text{ср}}, \text{ км/год}$	3,5	3,7	4,9	5,75	7,2	7,2	4,1	4,25	4,9	6,2	6,5	7,1			
		$\delta, \%$	50,0	41,0	31,0	19,0	16,0	10,0	41,0	32,0	21,0	15,0	13,0	10,0			
		$n, \text{ хв}^{-1}$	1850	1500	1570	1420	1570	1330	1880	1500	1370	1460	1375	1310			
		$G_{\text{ср}}, \text{ кг/год}$	42,1	45,0	47,5	42,5	47,0	41,5	45,5	41,2	40,4	41,0	40,8	41,5			

Д. 2 Тягові показники гусеничних тракторів

Трактор	Режим експлуатації	Показник	Робота на стерні на передачах						Робота на ґрунті, підготовленому під посів, на передачах							
			3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	7	8
Т-70С (ширина гусениці 0,3 м)	При $P_T = 0$	K_{ϕ} , км/год	4,9	6,0	7,1	8,3	10,1	11,5	4,85	5,9	7,0	8,2	10,0	11,4	10,0	11,4
		n , хв ⁻¹	2250	2245	2240	2235	2230	2225	2240	2235	2230	2225	2220	2215	2220	2215
	При $N_k = 0,8N_{\max}$	G_0 , кг/гол	5,15	5,35	5,5	5,63	5,95	6,85	5,5	6,1	6,35	6,75	7,14	8,05	6,75	7,14
		N_k , кВт	29,4	31,1	31,4	31,6	27,4	25,6	24,6	15,7	25,9	24,7	22,4	20,6	24,7	22,4
		P_k , кВт	24,0	20,9	18,0	15,5	10,8	8,4	20,6	16,7	14,6	11,8	9,1	7,5	11,8	9,1
		K_{ϕ} , км/гол	4,4	5,45	6,4	7,4	9,05	11,1	4,3	5,55	6,4	7,55	8,9	9,9	7,55	8,9
	При $N_k = 0,9N_{\max}$	δ , %	2,2	2,0	1,8	1,6	1,1	0,9	3,4	2,6	2,1	1,7	1,2	0,9	2,1	1,7
		G_0 , кг/гол	11,35	11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,3	12,0	12,2
		N_k , кВт	33,0	35,0	35,3	35,6	30,8	28,8	27,7	28,9	29,1	27,8	25,2	23,2	27,8	25,2
		P_k , кВт	28,0	24,3	20,9	17,8	12,8	9,8	24,5	19,7	16,9	13,9	10,5	8,6	19,7	16,9
	При $N_k = 0,95N_{\max}$	K_{ϕ} , км/гол	4,25	5,2	6,1	7,2	8,7	10,6	4,1	5,3	6,2	7,2	8,65	9,7	7,2	8,65
		δ , %	2,5	2,2	1,9	1,7	1,3	1,0	4,4	3,0	2,4	2,0	1,5	1,0	3,0	2,4
		G_0 , кг/гол	12,2	12,5	12,7	12,8	12,9	12,9	12,4	12,5	12,6	12,9	12,9	13,0	12,9	13,0
		N_{\max} , кВт	36,7	38,9	39,2	39,5	34,2	32,0	30,7	32,1	32,4	30,9	28,0	25,8	30,9	28,0
	При P_{\max}	$P_{T_{\max}}$, кВт	32,7	27,8	23,7	20,4	14,5	11,1	28,0	22,6	19,4	15,9	11,8	9,8	22,6	19,4
		K_{ϕ} , км/гол	4,05	5,5	5,25	6,95	8,5	10,4	3,95	5,1	6,0	7,0	8,5	9,5	5,1	6,0
		δ , %	3,5	2,5	2,2	1,9	1,4	1,1	9,8	3,6	2,8	2,2	1,6	1,4	3,6	2,8
		n , хв ⁻¹	1940	1930	1915	1900	1890	1870	2000	1970	1940	1920	1900	1880	1970	1940
	При P_{\max}	G_0 , кг/гол	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,6	13,4	13,4
		N_k , кВт	29,1	24,5	30,2	29,0	27,6	26,1	20,4	28,2	28,0	28,3	27,9	26,8	28,3	27,9
		P_{\max} , кВт	37,5	31,6	27,2	23,4	16,4	12,9	32,7	27,1	22,9	19,2	13,8	11,4	32,7	27,1
		K_{ϕ} , км/гол	2,8	2,78	4,0	4,45	6,04	7,25	2,25	3,75	4,40	5,3	7,25	8,40	3,75	4,40
		δ , %	5,8	3,0	2,4	2,1	1,6	1,3	22,8	8,0	3,8	2,8	1,9	1,6	22,8	8,0
		n , хв ⁻¹	1365	1070	1290	1230	1340	1430	1340	1520	1430	1460	1620	1680	1520	1430
		G_0 , кг/гол	11,0	10,4	11,1	10,9	10,7	10,5	10,2	11,2	11,1	11,2	11,0	11,5	11,2	11,0

Продовження Д. 2

Трактор	Режим експлуатації	Показник	Робота на ступні на передачах							Робота на гвинті, підготовляюму під досів, на передачах						
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
			$V_{доп}$, км/год n , хв ⁻¹	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт	$V_{доп}$, км/год δ , %	G_0 , кг/год N_T , кВт P_T , кВт
ДТ-75М	При $P_T = 0$	$V_{доп}$, км/год	5,55	6,2	6,85	7,6	8,5	9,4	11,4	5,45	6,05	6,7	7,4	8,3	9,2	11,2
		n , хв ⁻¹	1835	1833	1830	1825	1820	1810	1805	1800	1795	1785	1780	1780	1778	1775
		G_0 , кг/год	6,2	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	8,6	6,7	7,0	7,3	7,7	8,2	8,7	9,7
	При $N_T = 0,8N_{max}$	N_T , кВт	38,6	39,4	39,2	38,4	37,3	36,0	33,6	33,1	35,5	35,2	34,6	33,3	32,7	28,3
		P_T , кВт	26,1	23,9	21,0	18,7	16,3	14,2	10,5	23,2	22,0	20,0	17,4	15,0	12,9	9,45
		$V_{доп}$, км/год	5,35	5,92	6,73	7,4	8,25	9,11	11,2	5,14	5,69	6,33	7,14	8,00	8,83	10,7
		$V_{доп}$, км/год	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6	3,0	2,7	2,25	2,1	1,85	1,55	1,15
		δ , %	13,9	14,1	14,2	14,5	14,5	14,5	14,7	13,6	14,0	14,2	14,2	14,4	14,6	14,7
		N_T , кВт	43,4	44,2	44,0	43,3	42,0	40,5	36,7	37,3	39,1	39,6	39,0	37,5	35,7	32,0
	При $N_T = 0,9N_{max}$	P_T , кВт	29,5	27,1	23,8	21,2	18,5	16,1	11,9	26,5	25,1	22,7	20,2	17,2	14,8	10,8
		$V_{доп}$, км/год	5,3	5,87	6,66	7,33	8,16	9,05	11,1	5,05	5,60	6,27	6,95	7,84	8,66	10,6
		δ , %	2,05	1,7	1,3	1,2	1,0	0,9	0,7	4,15	3,6	2,85	2,3	2,05	1,8	1,3
	При $N_T = N_{max}$	G_0 , кг/год	15,0	15,1	15,3	15,4	15,6	15,4	15,6	14,7	15,0	15,2	15,3	15,3	15,4	15,45
		N_{max} , кВт	48,2	49,1	48,9	48,0	46,6	45,0	40,8	41,4	43,4	44,0	43,2	41,7	39,7	35,5
		P_T , кВт	34,3	31,6	27,7	24,5	21,3	18,5	13,7	31,0	28,9	25,9	22,8	19,8	16,9	12,2
		$V_{доп}$, км/год	5,05	5,6	6,3	6,85	7,8	8,55	10,6	4,8	5,4	6,1	6,8	7,55	8,45	10,4
		δ , %	3,6	2,6	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8	9,0	7,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,0
		n , хв ⁻¹	1720	1700	1690	1680	1675	1670	1660	1760	1720	1710	1700	1690	1680	1670
	При P_{max}	G_0 , кг/год	40,8	37,3	39,0	38,5	37,5	37,1	34,8	33,3	34,1	34,3	34,5	33,8	32,7	30,6
		N_{max} , кВт	39,7	37,0	32,6	28,9	25,0	21,6	15,7	34,3	33,3	30,9	27,0	23,0	19,4	14,0
		P_{max} , кВт	3,7	4,2	4,3	4,8	5,4	6,2	8,0	3,5	3,7	4,0	4,6	5,3	6,1	7,9
		$V_{доп}$, км/год	7,2	5,1	2,8	2,0	1,45	1,2	1,0	13,0	11,0	7,5	4,5	3,0	2,5	1,5
		δ , %	13,40	13,10	11,80	11,70	11,80	12,10	12,70	13,30	12,30	11,60	11,60	11,70	12,10	12,50
		n , хв ⁻¹	141	141	135	13,4	13,2	13,3	13,2	14,7	13,8	13,7	13,6	13,5	13,0	13,3

Трактор	Режим експлуатації	Показник	Робота на торф'янику, підготовленому під посів, на передачах						
			1	2	3	4	5	6	7
ДТ-75Б	При $P_T = 0$	V_p , км/год	5,65	6,25	6,95	7,7	8,5	9,4	11,5
		n , хв ⁻¹	1860	1855	1850	1840	1830	1820	1810
		$G_{\text{об}}$, кг/год	6,7	7,0	7,3	7,6	8,1	8,8	10,9
	При $N_T = 0,8N_{\text{мах}}$	N_D , кВт	29,8	28,8	27,7	25,3	22,0	18,7	14,4
		P_D , кН	20,2	18,2	15,1	13,0	10,5	8,2	4,9
		$V_{\text{об}}$, км/год	5,35	5,7	6,6	7,0	7,55	8,2	10,6
		δ , %	1,6	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3
		$G_{\text{об}}$, кг/год	13,9	13,6	13,8	14,0	13,7	13,2	14,2
	При $N_T = 0,9N_{\text{мах}}$	N_D , кВт	33,6	32,4	31,2	28,5	24,8	21,1	16,2
		P_D , кН	24,1	21,2	18,2	15,8	13,3	10,0	6,0
		$V_{\text{об}}$, км/год	5,0	5,5	6,2	6,5	6,7	7,6	9,75
		δ , %	2,1	1,5	1,3	1,0	0,8	0,6	0,4
		$G_{\text{об}}$, кг/год	14,8	14,9	15,0	15,1	14,8	14,6	14,7
	При $N_T = N_{\text{мах}}$	$N_{\text{мах}}$, кВт	37,3	36,0	34,6	31,7	27,5	23,4	18,0
		$P_{T_{\text{мах}}}$, кН	29,1	24,9	21,0	18,9	15,6	12,0	6,9
		$V_{D_{\text{мах}}}$, км/год	4,6	5,2	5,95	6,05	6,35	7,0	9,4
		δ , %	4,3	3,1	2,2	2,0	1,6	0,9	0,4
		n , хв ⁻¹	1690	1650	1610	1590	1500	1490	1480
	При $P_{\text{мах}}$	$G_{\text{об}}$, кг/год	15,15	15,2	15,2	15,1	15,0	14,9	15,2
		N_D , кВт	31,1	29,5	29,5	27,6	25,3	20,9	18,3
		$P_{\text{мах}}$, кН	33,0	27,2	24,2	21,1	18,2	15,0	7,5
		$V_{\text{об}}$, км/год	3,4	3,9	4,4	4,7	5,0	5,0	8,8
		δ , %	9,0	5,0	3,1	2,5	2,0	1,5	0,5
		$G_{\text{об}}$, кг/год	1150	1100	1220	1100	1050	1070	1370
		n , хв ⁻¹	12,6	12,9	12,2	12,1	11,7	12,9	14,9

Продовження Д.2

Трак- тор	Режим експлуа- тації	Показ- ники	Робота на сфері на передачах				Робота на грунті, підготовленому під посів, на передачах	
			I _{кв}	II _{кв}	I	II	I	II
ДТ-175Б	При $P_T = 0$	$V_{D,0}$ км/год	9,0	11,8	16,0	21,0	15,0	19,5
		n , хв ⁻¹	2090	2090	2000	2000	2020	2000
		G_D кг/год	11,0	13,1	16,7	19,0	19,1	25,0
		N_D кВт	33,3	40,4	43,8	42,0	41,1	37,0
	При $N_T =$ $= 0,5N_{\text{змаш}}$	P_D кН	13,5	12,5	10,5	7,5	10,0	7,0
		$V_{D,0.5}$ км/год	8,85	11,6	15,0	19,0	14,6	19,0
		δ , %	0,4	0,3	0,2	0,1	1,2	0,8
		n , хв ⁻¹	1980	1960	1920	1990	1975	1930
	При $N_T =$ $= 0,8N_{\text{змаш}}$	G_D кг/год	15,1	19,2	22,0	24,3	25,0	23,1
		N_D кВт	53,3	64,6	70,1	67,2	65,8	62,5
		P_D кН	23,0	21,0	19,0	13,8	18,0	13,0
		$V_{D,0.8}$ км/год	8,4	11,1	13,6	17,5	13,3	17,3
	При $N_T =$ $= 0,9N_{\text{змаш}}$	δ , %	0,8	0,6	0,4	0,2	2,0	1,5
		n , хв ⁻¹	1905	1825	1820	1930	1930	1890
		G_D кг/год	21,2	24,5	27,2	28,0	28,9	29,5
		$N_{\text{змаш}}$ кВт	60,0	72,6	77,9	75,6	74,0	70,3
	При $N_T =$ $= 0,9N_{\text{змаш}}$	$P_{T,0.9}$ кН	26,5	26,0	23,0	17,0	21,5	16,0
		$V_{D,0.9}$ км/год	8,15	10,1	12,1	16,0	12,4	15,8
		δ , %	1,1	1,0	1,0	0,8	3,5	2,5
		n , хв ⁻¹	1895	1740	1795	1900	1910	1860
	При $N_T =$ $= N_{\text{змаш}}$	G_D кг/год	23,0	27,2	28,6	28,7	29,8	30,6
		N_D кВт	66,7	80,9	87,8	84,0	82,1	78,5
		$P_{\text{змаш}}$ кН	30,0	30,0	34,0	29,5	33,0	25,0
		$V_{D,1}$ км/год	8,0	9,7	9,3	10,25	8,95	11,3
	При $P_{\text{змаш}}$	δ , %	1,3	1,3	1,4	1,3	4,2	2,9
		n , хв ⁻¹	1890	1705	1750	1810	1790	1790
		G_D кг/год	24,2	28,8	28,3	28,3	29,9	29,6
		N_D кВт	66,7	80,9	56,3	41,1	73,2	64,5
	При $P_{\text{змаш}}$	$P_{\text{змаш}}$ кН	30,0	30,0	55,0	45,0	44,0	37,5
		$V_{D,1}$ км/год	8,0	9,7	3,7	4,2	6,0	6,2
		δ , %	1,3	1,3	7,5	3,0	10,0	6,0
		n , хв ⁻¹	1890	1705	1750	1790	1790	1790
	При $P_{\text{змаш}}$	G_D кг/год	24,2	28,8	28,3	28,3	29,6	28,7

Продовження Д. 2

Трак-тор	Режим експлуатації	Показник	Робота на стерні на передачах						Робота на доріжці, підготованій під посів, на передачах		
			ІІр1п	ІІр2п	ІІр3п	ІІІр1п	ІІІр2п	ІІІр3п	ІІр1п	ІІр2п	ІІр3п
Т-150	При $P_T = 0$	$V_{до}, \text{км/год}$	7,4	8,6	10,2	12,1			7,35	8,5	10,1
		$n, \text{хв}^{-1}$	2175	2165	2160	2150			2150	2140	2130
		$G_0, \text{кг/ч}$	9,6	10,0	10,4	10,7			10,3	10,6	11,6
	При $N_T = 0,8N_{\text{чех}} \text{ зх}$	$N_{10}, \text{кВт}$	68,9	70,2	69,0	63,6			58,7	60,8	54,8
		$P_{10}, \text{кН}$	37,6	32,4	27,0	21,0			32,0	29,2	22,4
		$V_{до}, \text{км/год}$	6,6	7,8	9,2	10,9			6,6	7,5	8,8
	При $N_T = 0,9N_{\text{чех}} \text{ зх}$	$\delta, \%$	1,6	0,9	0,6	0,4			1,9	1,3	1,1
		$G_0, \text{кг/год}$	24,5	24,8	25,0	24,9			24,6	25,0	25,1
		$N_{10}, \text{кВт}$	72,5	75,6	74,9	72,1			64,7	64,8	61,2
	При $N_T = N_{\text{чех}} \text{ зх}$	$P_{10}, \text{кН}$	40,8	36,3	30,3	24,5			36,4	32,4	27,4
		$V_{до}, \text{км/год}$	6,4	7,5	8,9	10,6			6,4	7,2	8,5
		$\delta, \%$	2,0	1,1	0,8	0,5			3,0	2,6	2,1
	При $N_T = N_{\text{чех}} \text{ зх}$	$G_0, \text{кг/год}$	26,1	26,4	27,0	26,8			26,2	26,6	27,1
		$N_{\text{чех}}, \text{кВт}$	80,0	81,6	80,0	78,1			67,9	70,0	68,2
		$P_{10}, \text{кН}$	46,4	40,8	33,5	27,3			40,1	36,5	30,3
	При $P_{\text{чех}}$	$V_{до}, \text{км/год}$	6,2	7,2	8,6	10,3			6,1	6,9	8,2
		$\delta, \%$	3,0	1,5	1,0	0,6			4,5	4,0	3,0
		$n, \text{хв}^{-1}$	1860	1850	1840	1830			1880	1830	1800
	При $P_{\text{чех}}$	$G_0, \text{кг/год}$	28,4	28,4	28,3	28,4			28,6	28,3	28,5
		$N_{10}, \text{кВт}$	76,3	77,8	77,2	73,1			63,5	64,3	63,1
		$P_{\text{чех}}, \text{кН}$	50,3	44,8	37,2	30,1			43,0	41,6	34,1
	При $P_{\text{чех}}$	$V_{до}, \text{км/год}$	5,5	6,3	7,5	8,7			5,3	5,6	6,7
		$\delta, \%$	6,0	3,5	2,5	2,1			8,0	6,0	4,0
		$n, \text{хв}^{-1}$	1710	1640	1630	1580			1700	1500	1480
	При $P_{\text{чех}}$	$G_0, \text{кг/год}$	24,2	23,9	24,6	24,0			24,7	24,5	23,4
		$\delta, \%$									

Д. 3. Показники швидкісних характеристик двигунів

Двигун (трактор)	η_{T_2} $\frac{\text{лв}}{\text{с}^{-1}}$	Значения показателей			
		M_{T_2} , кНм	N_{T_2} , кВт	G_{T_2} , кг/год	ξ_{T_2} , г/(кВт×год)
1	2	3	4	5	6
Д-21 (Т-16М, Т-25)	$\frac{1700}{28,3}$	0	0	1,1	∞
	$\frac{1670}{27,8}$	0,025	4,4	2,0	454
	$\frac{1640}{27,3}$	0,053	9,1	2,9	320
Д-21 (Т-16М, Т-25)	$\frac{1600}{26,7}$	0,093	15,5	4,0	258
	$\frac{1400}{23,3}$	0,102	15,0	3,8	253
	$\frac{1200}{20,0}$	0,106	13,3	3,3	248
	$\frac{1000}{16,7}$	0,105	11,0	2,9	263
Д-21А (Т-25А)	$\frac{1920}{32,0}$	0	0	1,35	∞
	$\frac{1875}{31,3}$	0,039	7,7	2,75	357
	$\frac{1850}{30,8}$	0,064	12,35	3,50	283
	$\frac{1800}{30,0}$	0,105	19,90	4,75	251
	$\frac{1700}{28,3}$	0,108	19,20	4,60	240
	$\frac{1550}{25,8}$	0,112	18,20	4,38	241
	$\frac{1400}{23,3}$	0,113	15,55	4,17	250
	1200	0,109	13,68	3,72	271

Подовження Д. 3

	$\overline{20,0}$				
Д-120 (Т-30, Т-30А)	$\frac{2150}{35,8}$	0	0	1,25	∞
	$\frac{2100}{35,0}$	0,039	8,6	2,8	325
	$\frac{2050}{34,2}$	0,076	16,8	4,1	244

□

Продовження Д. 3

1	2	3	4	5	6
Д-144 (Т-40А, 4-28Х4М)	$\frac{2175}{34,6}$	0,101	22,0	6,5	295
	$\frac{2050}{34,2}$	0,145	29,2	7,8	267
	$\frac{2000}{33,3}$	0,226	44,1	10,8	244
	$\frac{1800}{30,0}$	0,235	42,1	11,1	263
	$\frac{1500}{25,0}$	0,240	39,5	10,4	264
Д-50 МТЗ-50/52, 1-54С)	$\frac{1810}{30,2}$	0	0	3,1	∞
	$\frac{1780}{29,7}$	0,078	14,65	5,8	396
	$\frac{1740}{29,0}$	0,173	31,60	9,3	294
	$\frac{1700}{28,3}$	0,231	41,10	10,8	262
	$\frac{1600}{26,7}$	0,240	40,30	10,8	258
	$\frac{1400}{23,3}$	0,254	37,40	9,85	263
	$\frac{1200}{20,0}$	0,265	33,30	9,30	279
	$\frac{1100}{18,3}$	0,211	24,5	8,0	326
Д-65М (ЮМЗ- 6КЛ/6КМ)	$\frac{1870}{31,2}$	0	0	3,2	∞
	$\frac{1840}{30,7}$	0,058	11,34	5,4	476

Продолжения Д.3

1	2	3	4	5	6
Д-120 (Т-30, Т-30А)	$\frac{2000}{33,3}$	0,117	23,5	5,62	239
	$\frac{1800}{30,0}$	0,123	23,3	5,52	236
	$\frac{1600}{26,7}$	0,129	21,7	5,20	240
	$\frac{1500}{25,0}$	0,132	20,7	5,00	245
	$\frac{1400}{23,3}$	0,137	20,1	4,95	248
Д-37Е (Т-40М, Т-40АНМ, Т-28Х4)	$\frac{1950}{32,5}$	0	0	2,8	∞
	$\frac{1900}{31,7}$	0,081	16,2	5,2	321
	$\frac{1850}{30,8}$	0,168	32,8	8,4	256
	$\frac{1800}{30,0}$	0,195	36,8	9,25	251
	$\frac{1600}{26,7}$	0,210	35,3	8,7	246
	$\frac{1400}{23,3}$	0,220	32,4	8,05	249
	$\frac{1200}{20,0}$	0,226	28,4	7,4	261
	$\frac{1000}{16,7}$	0,224	23,5	6,4	272
Д-144 (Т-40А, 4-28Х4М)	$\frac{2150}{35,8}$	0	0	2,1	∞
	$\frac{2125}{35,4}$	0,035	6,1	3,5	573
	$\frac{2100}{35,5}$	0,070	14,0	5,0	365

Продолжения Д.З.					
1	2	3	4	5	6
Д-65М (ЮМЗ-6КЛ/6КМ)	$\frac{1800}{30,0}$	0,157	29,6	8,5	286
	$\frac{1750}{29,2}$	0,242	44,3	11,2	252
	$\frac{1600}{26,7}$	0,260	43,8	10,8	246
	$\frac{1450}{24,1}$	0,269	40,8	10,2	220
	$\frac{1300}{21,7}$	0,270	36,9	9,5	257
	$\frac{1150}{19,2}$	0,265	32,0	8,5	265
Д-240 (МТЗ-80/82, МТЗ-80Х)	$\frac{2380}{39,7}$	0	0	3,8	∞
	$\frac{2300}{38,3}$	0,092	22,2	8,5	382
	$\frac{2250}{37,5}$	0,186	44,0	13,0	285
	$\frac{2200}{36,7}$	0,255	58,9	14,8	251
	$\frac{2000}{33,3}$	0,272	57,1	14,3	250
	$\frac{1800}{30,0}$	0,283	53,5	13,9	260
	$\frac{1600}{26,7}$	0,292	49,0	13,5	276
	$\frac{1400}{23,3}$	0,298	43,8	13,0	297
Д-240Т (МТЗ-100/102)	$\frac{2300}{38,3}$	0	0	3,9	∞
	$\frac{2280}{38,0}$	0,120	30,0	9,2	306

Д.4 Кінематичні параметри агрегатів

Марка трактора, машини або зчіпки	$L_T (l_{сп}, l_M),$ м	Марка трактора, машини або зчіпки	$L_T (l_{сп}, l_M),$ м
Трактор:		Плуг:	
T-16М, Т-25	1,0	ПЛП-6-35	6,1
T-40, Т-40М	1,32	ПЛН-5-35	4,3
МТЗ-50, МТЗ-52	0,94	ПЛН-3-35	2,6
МТЗ-80, МТЗ-82	1,2/1,3*	ППЛ-10-25	6,6
T-150К	2,9/2,4*	Борона:	
К-701	3,35/2,9*	БИГ-3	3,75
T-70С, Т-54В	1,85	БЗСС-1, БЗТС-1	1,45
	2,35/1,55		
ДТ-75М	*	Культиватор:	
	2,12/2,55		
T-150	*	КПГ-4, КПС-4	1,0/4,6*
	2,45/1,65		
T-4А	*	КПГ-2,2, КПЭ-3,8	3,9
T-100МГС	2,6	Дискові борони:	
Зчіпка:		БД-10	7,8
СП-11	6,7	БДТ-3, БДТ-7	4,5
(з			
подовжувачем)		Лушильник:	
С-11У	6,8	ЛДГ-20	13,5
СП-15	7,2	ЛДГ-15	10,7
СП-16	6,4	ЛДГ-5	4,5
С-18А	8,0	Коток (з боронами)	2,3
СГ-21	8,0	Вернова сіялка	1/3,2...3,8
		Кукурудзна або овочева сіялка	1,1...1,45

* У чисельнику зазначено навісний варіант, у знаменнику-причипний

Д.5. Конструктивно-технологічні характеристики с.г. машин

Вид роботи	Марка	Глибина обробки, заделки насіння	Ширина захвату	Інтервал робочих швидкостей руху, км/год
Пахота	машини	„ см		
	ПН-30Р	25	0,3	5...6
	ПН-2-30Р	25	0,6	5...6
	ПТН-40	40	0,4	до 5
	ПТН-3-40	40	1,2	до 10
	ЧЯ-3-50	60	0,5	2,4...4,0
	ПЧА-2-50	50	1,0	2,5...4,0
	ПОН-2-30	25	0,6	до 6,3
	ПН-4-40	35	1,6	8...12
	ПЧС-4-35	35	1,4	до 6
	ПКУ-3-35	27	1,05	до 7
	ПКУ-4-35	27	1,4	до 7
	ПКГ-5-40В	27	2,0	до 9
	ПГП-7-40	27	2,8	до 10
	ПЛ-5-35	40	1,75	6...12
	ПЛН-3-35	30	1,05	7...10
	ПЛН-4-35	30	1,4	6...10
	ПЛН-5-35	30	1,75	6...10
	ПЛН-6-35	30	2,1	7...10
	ПТК-9-35	30	3,15	8...10
Безвідвальна	КГП-2,2	25	2,15	до 10
	КГП-250	16; 30	2,4	7...10
Обробка ґрунту	КГП-2-250	30	3,1	до 8
	ОПТ-3-5	8...16	3; 5	до 12
Боронування зубовими боронами	ПГ-3-5	15...30	3,2; 5,3	до 10
	ПГ-3-100	15...30	3,2	до 10
	БЗТС-1,0	6	0,95	до 12
	БЗСС-1,0	6	0,95	до 12
	ЗБП-0,6А	6	0,6	до 7
	ЗОР-0,7	2...4	0,7	до 8
	БП-8	6...12	8,4; 6; 3,6; 3	до 12
	БСО-4А	4...9	4,2	до 9

Продовження Д.5

Боронування дисковими знаряддями	БДН-3,0	12	3	до 8
	БДТ-7,0	20	7	до 8
	БД-10А	8...10	10	до 12
	БДТ-10	6...12	10	8,5...12
Лущення стерні	ЛДГ-20	4...10	20	до 12
	ЛДГ-15	4...10	15...17,6	8...12
	ЛДГ-10	4...10	10...12	8...12
	ЛДГ-5	4...10	5...5,8	до 10
	ППЛ-10-25	8...18	2,5	до 9
	ППЛ-5-25	8...18	1,25	до 10
Суцільна культивация	КПС-4(П)	6...12	4,0	до 15
	КПС-4(Н)	5...12	3,9	до 12
	КШУ-18	6...12	18	до 12
	КШП-8	4...12	3,6; 6; 8,4	7...12
	КПЗ-9,7	4...12	9,7	до 10
	КПЗ-3,8А	5...16	3,8	до 9
Обробка культиваторами - плоскорізами	КПШ-9	7...18	6,4; 8,2	до 12
	КПШ-11	7...18	9,97	до 10
	ПШ-5	8...14	4,4	7...10
	ПЩ-3	8...14	2,77	7...10
Снігоутримання	СВУ-2,6-1	-	2,6	до 10
Посів зернових культур рядковими сіянками	СЗ-3,6А	1...8	3,6	до 13,4
	СЗП-3,6А	4...8	3,6	до 15
	СЗТ-3,6А	2...8	3,6	до 12
	СЗК-3,3	3...8	3,3	9...12
Посев кукурудзи	СУПН-8	4...12	5,6	до 12
	СПЧ-6МФ	4...12	4,2	до 10
	СКПП-12	4...12	8,4	до 12

Продовження Д.5

Посів овочів	СУПО-6	1...5	4,2	5...8
	СО-4,2	1...6	3,6; 4,2; 4,8	9
	СУПО-9	1...5	5,4	5...8; 7...10
	СОПГ-4,8	1...5	4,8	7
	СЛС-12	1...8	4,2	5...8
Посадка картоплі	КМС-8	8...16	5,6	6...9
	САЯ-4А	8...18	2,8	5...6,3
	КСМГ-4	8...16	2,8	6...9
	КСМГ-8	8...16	4,2	6...9
	СН-4Б	18	2,8	4,5...6,3
Міжрядна культивування	КРН-5,6А	6...16	5,6	10
	КРН-4,2А	6...16	4,2	10
	КРН-8,4	6...16	8,4	9
	КРШ-8,1	16	8,1	6...8
	КГС-4,8А	6...16	4,8	
Внесення органічних добрив	ПРТ-16М	—	7...8	10
	ПРТ-10-1	—	6...8	12
	МГТ-Ф-19	—	6...8	10
	РОУ-6	—	6...7	9
Скошування трав	КП-Ф-6,0		6	
	КД-Ф-4,0		4	
	КС-Ф-2,1Б		2,1	
	КСГ-Ф-2,1Б		2,1	
	КРН -2,1А		2,1	
	КПРН-3,0А		3,0	
Збирання картоплі	КТН-2В		1,4	
	ККУ-2		1,4	
	КПК-3		2,1	
	КПК-2		1,4	

□

Д. 6. Приклади значень пропускної здатності збиральних машин

Сільськогосподарські машини	Маса, що переробляється; технологічний процес	Номинальна (паспортна) пропускна здатність q_n , кг/с
1	2	3
Зернозбиральні комбайни:		
СК-5, СКП-5, СКД-5	Зерно з соломкою	5
СК-6, СКПР-6		7
«Дон-1200»		6,5
«Дон-1500»		8,0
СК-10 «Ротор»		10...120
Е-516		10,5
Машини для заготівлі кормів:		
косарка-підбирач	Збирання трав	9
подрібнювач-навантажувач КС-1П	Сенаж	4,5
косарка-подрібнювач	Збирання трав	8
роторна КИР-1,5Б	Сенаж	9
косарка-підбирач		
подрібнювач-навантажувач Е-280	Збирання силосних культур	16
	Під час підбору маси з валків	4,5
Е-281/Е-282	Збирання трав	9
	Збирання силосних культур	20
	Під час підбирання маси з валків	6

Продовження Д.6

1	2	3
комбайн самохідний	Збирання трав	13,9
кормозбиральний «Дон-680»	Збирання силосних культур	25...30
	за умови підйому маси з валків	20
КСГ-Ф-70	Збирання трав	8
	Збирання силосних культур	19
	за умови підйому маси з валків	6
КСК-100	Збирання трав	10
КСК100А	Збирання силосних культур	25
	за умови підйому маси з валків	7
УЭС-250 «Полесьє»	Збирання трав	15
	Збирання силосних культур	30
	за умови підйому маси з валків	15
комбайн самохідний КСГ-3,2	Зелена маса	12
комбайн силосозбиральний	Зелена маса	25
КСС-2,6		
комбайн причепний	Збирання трав	8
кормозбиральний КПКУ-75	Збирання силосних культур	20
	Підйом маси з валків	6
КПИ-2,4	Збирання трав	6,2
	Збирання силосних культур	8,5
	Підйом маси з валків	4
Кукурузоуборочные комбайны:		
«Херсонец-7», КОП-1,4	Початки	2,5...3,3
(ККП-3)		
«Херсонец-7В», КОП-1,4В		7
«Херсонец-200», КСКУ-6		8,3...11
Прес-підбирачі:	Сіно, солома	
ПСБ-1,6		2,5...3,0
ПС-1,6		6,5
ППЛ-Ф-1,6		7
К-454		
Прес-підбирач рулонний:	Сіно, солома	

Продовження Д.6

1	2	3
---	---	---

ПР-Ф-750		5
ПРП-1,6		7
Підбирач-копнувач ПК-1,6		3,0...3,5
Картоплезбиральні комбайни	Картопля (з ґрунтом)	220...250
Льонозбиральні машини	Стебла	4000...4500

Д.7. Питомі витрати потужності на технологічний процес зернозбиральних комбайнів

Марка комбайна	Значення $N_{уд}$ при q (кг/с)								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
СКД-5	20,0	14,7	12,1	10,5	9,5	8,7	8,1	7,4	-
СК-5	18,2	13,5	11,2	9,8	8,9	8,2	7,7	7,0	-
СК-6	23,1	16,8	13,7	11,8	10,5	9,6	8,9	8,0	7,4

Для зернозбиральних комбайнів «Дон-1200», «Дон-1500», «Енисей-1200» у розрахунках можна прийняти $N_{уд} = 10 \dots \text{кВт/кг/с}$.

Д.8 Питомі витрати потужності на роботу кормозбиральних машин $N_{уд}$

Технологічний процес	$N_{уд}$, кВт/кг/с.	
	КСК-100, УЭС-250 «Полесьє»	КПКУ-75, КПИ-2,4, Е-281
Підбір і подрібнення сенажної маси	9...11	8...10
Скошування та подрібнення багаторічних трав на зелений корм (силос)	7...8	6...7
Збирання силосних культур	3...4	2...3

Примітка: Для силосозбирального комбайна КСС-2,6 $N_{уд} = 1,3 \dots 1,5 \text{ кВт/кг/с}$.

Д.9. Значення потужності, що витрачається на холосте обертання робочих органів машин

Комбайн	$N_{ВОМх}$, кВт	Комбайни	$N_{ВОМх}$, кВт
СКА-5, СКД-5	10...11	КСК-100	15...20
СК-6	11...12	Е-281	12...14
«Дон-1200», «Дон-1500»	12...14	КПИ-2,4	11...13
ККУ-2А, Е-667/2	9...10	КПКУ-75	14...15
Е686	12...13	КСС-2,6	5...7

Д.10. Коефіцієнти зчеплення μ і опору коченню f_T тракторів

Умови руху	Колісні трактори		Гусеничні трактори	
	μ	f_T	μ	f_T
Шосейна дорога:				
цементно-бетонне або ас- фальтобетонне покриття	0,7...0,8	0,018...0,022	1,0	—
Покриття з щебеню або гравійне покриття	0,7...0,8	0,030...0,040	1,0	—
булижне покриття	0,6...0,7	0,035...0,045	—	—
Суха укатана дорога:				
глинистий ґрунт	0,8...0,9	0,03...0,05	1,0	0,05...0,07
песчаний ґрунт	0,7...0,8	0,03...0,05	0,9...1,0	0,05...0,07
чорнозем	0,6...0,7	0,03...0,05	0,9	0,05...0,07
Снігова укатана дорога	0,3	0,03...0,05	1,0	0,06...0,07
Цілина, залеж, щільна дернина, сильно ущільнена стерня (суглинок)	0,8...0,9	0,03...0,06	1,0	0,05...0,07
Стерня нормальної вологості	0,7...0,8	0,06...0,08	0,9...1,0	0,07...0,09
Волога стерня	0,6...0,7	0,08...0,10	0,9	0,08...0,11
Злежана пашня	0,5...0,6	0,10...0,12	0,7	0,07...0,08
Підготовлене під посів поле, вспахане поле (суг- линок), чистий пар, свіже зібране з-під картоплі поле	0,5...0,7	0,16...0,20	0,6...0,7	0,10...0,12
Свежевспахане поле (супесь)	0,4...0,5	0,18...0,22	0,6	0,12...0,14
Вологий луг:				
скошений	0,7	0,08	0,8	0,09
нескошений	0,05...0,06	0,10	0,6...0,7	0,11
Пісок:				
вологий	0,4	0,08...0,10	0,5	—
сухий	0,3	0,15...0,20	0,4	0,10...0,12
Глибока зябь	0,1	—	—	0,10...0,25
Глибокий сніг	—	0,24...0,28	—	0,09...0,12
Торф'яно-болотна осушена цілина	—	—	0,4...0,6	0,11...0,14

Д.11. Значення коефіцієнтів $f_{пр}$ і μ для транспортних засобів

Група доріг	$f_{пр}$	μ	
		для гусеничних тракторів	для колісних тракторів
I	0,05	0,9...1,0	0,7...0,8
II	0,08	0,7...0,8	0,5...0,6
III	0,15	0,4...0,6	0,3...0,4

Д.12. Коефіцієнт опору коченню ходових коліс сільськогосподарських машин f_m і зчіпок $f_{сч}$

Умови руху	На пневматичних шинах			На сталевих кольосах
	весною	в кінці весни, літом, на початку осені	восени	
Асфальтована дорога	—	0,03...0,04	—	0,2...0,3
Ущільнена польова дорога	0,14...0,06	0,04...0,03	0,05...0,08	—
Суха стерня конюшини	0,17...0,07	0,06...0,05	0,08...0,09	0,06...0,10
Суха стерня конюшини після дощу	—	0,12...0,14	—	0,18...0,20
Польова дорога	0,15...0,07	0,06...0,04	0,06...0,09	0,06...0,03
Цілина, луг напівгустий травостій висотою до 10 см	0,15...0,07	0,07...0,05	0,08...0,09	0,05...0,07
Конюшина, густий травостій висотою до 20 см	0,10...0,09	0,09...0,07	0,08...0,010	—
Конюшина, оброблена на глибину 5...6 см	0,20...0,11	0,09...0,08	0,09...0,14	—
Стерня після озимих	0,24...0,09	0,09...0,07	0,09...0,15	0,09...0,11
Стерня на супесі	0,25...0,11	0,10...0,09	0,10...0,16	—
Стерня лущена	—	—	0,10...0,12	0,16...0,18
Поле з-під картоплі	0,27...0,13	0,11...0,09	0,12...0,18	—
Культивоване поле	0,33...0,15	0,13...0,11	0,14...0,20	0,22...0,24
Злежана пашня, минулорічний зяб	0,40...0,20	0,15...0,12	0,015...0,09	—
Свіжеспахане поле	0,44...0,24	0,25...0,18	0,02...0,03	—
Ущільнена снігова	—	0,04...0,06	—	0,08...0,10

дорога

Д.13. Витрати часу на заправлення технологічних ємностей

Марка машини	Кількість машин в агрегаті, шт.	Час однієї заправки, хв	
		насінням	добривами
СЗ-3,6	4	10,2	6,0
СЗ-3,6	3	7,9	5,4
СЗ-3,6	2	5,6	4,8
СЗ-3,6	1	3,3	4,2
СЗУ-3,6	4	7,0	5,8
СЗУ-3,6	3	5,5	5,2
СЗУ-3,6	2	4,0	4,6
СЗУ-3,6	1	2,5	4,0
СКНК-8	1	6,5	4,1
СУПН-8	1	8,0	4,1
СТТ-8	1	5,0	4,0
СТТ-12	1	7,0	5,0
СО-4,2	1	4,0	3,6
САЯ-4А	1	4,2	6,0
КРН-2,8ПМ	1	—	3,8
КРН-5,6	1	—	6,9
КРН-4,2	1	—	5,3
УСМК-5,4	1	—	5,5

Д.14. Розміри технологічних ємностей посівних і збиральних машин

Марка	Розмір технологічних ємностей V, м ³		Марка	Розмір технологічних ємностей V, м ³	
	для насіння	для добрив		для насіння	для добрив
Зернові сівалки					
СЗО-3,6	0,453	0,212	СЗП-3,6	0,453	0,212
СЗТ-3,6	0,453	0,212	СЗС-2,1	0,275	0,140
СЗ-3,6	0,453	0,212	СЗПЦ-12	2,00	0,90
СЗУ-3,6	0,453	0,212	СЗС-14	3,89	—
СЗА-3,6	0,453	0,212			
Кукурудзяні сівалки					
СПЧ-6МФ	0,108	0,180	СПЧ-8	0,096	0,224
СКНК-8	0,104	0,120	СБК-4	0,026	0,060
СУПН-8	0,176	0,120			
Бурякові сівалки					
ССТ-12А	0,007×12	0,030×6	ССТ-8	0,007×8	0,030×4
ССТ-12Б	0,015×12	0,060×6			
Овочеві сівалки					
ГС-1,4	0,040	0,058	СЛН-8Б	0,550	—
СКОН-4,2	0,094	—	СУПО-6	0,132	—
СО-4,2	0,132	0,175			
Зернозбиральні комбайни					
СК-5, СКД-5	3,0	—	«Дон-1500»	6,0	—
СК-6	3,0	—	СК-10	6,0	—
«Дон-1200»	6,0	—	«Ротор»		
Картоплесаджалки					
СКС-4	1500 кг	540 кг	КСМГ-6	3200	—
КСМ-4	1600 кг	60 кг	КСМ-6	2000	900
КСМГ-4	2300	—	САЯ-4	250	96
СКМ-6	1200	—			

**Д.15. Норми амортизаційних відрахувань на реновацію ($\alpha_{\text{рт}}$),
капітальний ремонт ($\alpha_{\text{кт}}$),
технічне обслуговування та текучий ремонт($\alpha_{\text{то}}$)**

Марка машини	Річне завантаження $T_{\text{Г}}$, ч	Норми відрахувань, %		
		$\alpha_{\text{от}}$	$\alpha_{\text{кт}}$	$\alpha_{\text{то}}$
1	2	3	4	5
Трактори:				
К-701	1000	10	7	9,3
К-700А	1000	10	7	9,3
ДТ-175С	800	12,5	6	11,5
Т-150	800	12,5	6	11,5
Т-150К	1000	10	7	11,5
ДТ-75МВ	800	12,5	6	11,5
ДТ-75М	800	12,5	6	11,5
МТЗ-102	1300	10	5	10
МТЗ-100	1300	10	5	10
МТЗ-82	1300	10	5	10
МТЗ-80	1300	10	5	10

Продовження Д.15

1	2	3	4	5
Трактори:				
ЮМЗ-6АЛ	1300	10	5	10
Т-40М	1300	12,5	5	10
Т-25	1000	14,3	2,7	7
Т-16М	1000	14,3	2,7	7
Т-30	1000	14,3	2,7	7
Навантажувач:				
ПФП-1,2	600	14,2	6	10
ПНД-250	600	14,2	12	10
ПЭА-1	600	10	12	10
ПЭ-0,8Б	600	14,2		10
ПГ-0,2А	600	14,2		10
ПФ-0,5	300	10		6
ЗАУ-3	600	14,2		10
ЗСВУ-3	600	14,2		10
ПКУ-0,8	600	14,2		10
Причіпи:				
ОЗТП-9554	800	12,5		13
ОЗТП-8572	800	12,5		13
ГКБ-8526	800	14,2		13
2ПТС-4М-887Б	800	14,2		13
1ПТС-4	800	14,2		13
1ПТС-2	800	14,2		13
ПСЕ-20	800	14,2		13
ПІМ-40	800	12,5		13
ПСТ-Ф-60	800	12,5		13
Плуги:				
ПТК-9-35	150	12,5		20
ПЛП-6-35	150	12,5		20
ПГП-7-40	150	16,6		40
ПКГ-5-40	150	16,6		40
ПЛН-5-35	150	12,5		20
ПЛН-4-35	150	12,5		20
ПЛН-3-35	150	12,5		20
ПГП-3-35	150	12,5		20
ПБН-6-50	300	16,6		40
ПБН-3-50	300	16,5		40
ПБН-100А	100	16,5		40
ПБН-75	100	16,5		40

Продовження Д.15

1	2	3	4	5
Луцильніки:				
ППЛ-10-25	150	12,5		14
ППЛ-5-25	150	12,5		14
ЛДГ-15А	180	14,2		7
ЛДГ-10А	180	14,2		7
ЛДГ-5А	180	14,2		7
Борони:				
БДТ-7,0	150	14,2		7
БД-10А	290	14,2		7
БДТ-3	150	14,2		7
БДН-3	150	14,2		7
БЗТС-1	160	20		20
БЗСС-1	160	20		20
ЗБП-0,6	100	20		20
ЗОР-0,7	60	16,6		20
ШБ-2,5	100	16,6		20
БСО-4А	60	16,6		20
Культиватори:				
КПС-4	100	14,2		12
КШП-8А	100	14,2		12
КРН-4,2Г	140	14,2		9
КОР-5,4	70	14,2		9
КРН-5,6Г	140	14,2		9
УСМК-5,4А	140	14,2		9
УСМП-5,4К	50	14,2		9
КОР-4,2	70	14,2		9
КОН-2,8А	160	14,2		9
КНО-4,2	140	14,2		9
КНО-2,8-01	140	14,2		9
Котки:				
ЗККШ-6	70	12,5		5
СКГ-2	70	12,5		5
2ККН-2,8	70	12,5		5
ЗКВГ-1,4	70	12,5		5
ЗКВБ-1,5	70	12,5		5
Комбіновані агрегати:				
РВК-3,6	100	14,2		10
РВК-5,4	100	14,2		10
КА-3,6	100	14,2		10

Продовження Д.15

1	2	3	4	5
Зчіпки:				
СП-16А	200	14,2		7
СП-11А	200	14,2		7
СН-75	200	14,2		7
СГ-21	200	14,2		7
Машини для внесення мінеральних добрив і засобів хімічного захисту:				
АИР-20	300	20		12
СЗУ-20	140	20		12
УТС-30	140	20		12
МВУ-16 (РУМ-16)	100	20		12
МВУ-8 (РУМ-8)	100	20		12
МВУ-5 (РУК-8)	125	20		12
ІРМГ-4	125	20		12
МВУ-0,5А (НРУ-0,5А)	120	20		12
АРУП-8	700	20		12
РУП-8	800	20		12
РТТ-4,2	100	20		12
СТТ-10	100	20		12
ПОМ-630	120	20		12
Машини для внесення органічних добрив:				
МТТ-19	350	20		10
МТТ-Ф-8	350	20		10
ПРТ-16М	350	20		10
ПРТ-10	350	20		10
РОУ-6А	350	20		10
МЖТ-Ф-19	500	20		14
МЖТ-16	500	20		14
МЖТ-10	500	20		14
РЖТ-4М	500	20		14
РЖУ-3,6	500	20		14
Сівалки:				
СЗ-3,6А	75	12,5		7
СЗУ-3,6А	75	12,5		7
СЗО-3,6	75	12,5		7
СЗТ-3,6	75	12,5		7
СЗЛ-3,6	50	12,5		7
СЗП-3,6А	75	12,5		7
СУПН-8	50	12,5		7
СО-4,2	50	12,5		7
ССТ-12Б	50	12,5		7
ССТ-8В	50	12,5		7

Продовження Д. 15

1	2	3	4	5
Машини для збирання зернових:				
«Дон-1500»	130	11,1	3,5	6,8
«Дон-1200»	130	11,1	3,5	6,8
СК-6	130	11,1	3,5	6,8
СК-5М	130	11,1	3,5	6,8
«Енисей-1200»	130	11,1	3,5	6,8
ЖВН-6А	40	14,2		9,0
ЖСК-4Б	40	14,2		9,0
ПКУ-0,8	140	16,6		7,0
ВНК-11	140	16,6		7,0
ФН-1,4	200	20,0		8,0
ПФ-0,5	400	16,5		6,0
КЗС-50	210	11,1		2,0
КЗС-25Ш	210	11,1		2,0
КЗС-20ШВ	210	11,1		2,0
ЗПС-100	299	14,2		3,0
Машини для збирання цукрових буряків і корнеплодів:				
БМ-6Б	180	14,2		10
КС-6Б	180	12,5	3,5	4
РКМ-6	180	12,5	3,5	4
РКС-6	180	12,5	3,5	4
ККТГ-1,4	200	12,5		10
СПС-4,2	120	12,5		10
Машини для вирощування та збирання картоплі:				
КСМ-4	40	14,2		12
КСМ-6	40	14,2		12
САЯ-4	40	14,2		12
КПК-3	170	14,2		12
ККУ-2А	170	14,2		12
КТН-2В	170	16,6		15
КСТ-1,4	170	16,6		15
КСП-25	220	14,2		13,5
КСП-15Б	220	14,2		13,5
ТЗК-30	220	16,6		6,0
ТПК-30	220	16,6		6,0
ТХБ-20	220	16,6		6,0
БН-100А	220	16,6		12,0
КИР-1,5Б	110	16,6		10,0

Закінчення Д.15

1	2	3	4	5
Машини для заготівлі кормів з трав:				
КС-Ф-2,1Б	210	20,0		7
КРН-2,1А	180	20,0		7
КПРН-3А	300	20,0		7
КСП-5Г	310	12,5	3,5	10
Е-302	310	11,1		10
ГВР-6	230	16,6		8
КСК-100А	195	12,5	3,5	12
Е-281С	195	11,1		10
КПИ-2,4	100	14,2		12
ПРП-1,6	70	16,6		8
ППЛ-Ф-1,6	150	16,6		8
СПТ-60	100	14,2		8
СП-60	100	14,2		8